

2313

P

1497

ISSN 0395 - 7519

INRA

**CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES
ET VETERINAIRES DE THEIX**



BULLETIN TECHNIQUE N°33

(TRIMESTRIEL)

BTT-34

SEPTEMBRE 1978

ERRATUM

BULLETIN TECHNIQUE N°33

Les pages 7 et 13 doivent être permutées.

Avec nos excuses.

**CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES
ET VETERINAIRES DE THEIX**

BULLETIN TECHNIQUE N°33

C.R.Z.V. de Theix
63 110 - BEAUMONT
Tél. (73) 92-42-63

Editions S.E.I.
C.N.R.A. - VERSAILLES

SEPTEMBRE 1978

ERRATUM

Bulletin n°32 (juin 1978)

Article de **C. DEMARQUILLY** et al,
p. 9 paragraphe 8, ligne 2, lire : 43 ; 108 et 195 au lieu de 4,3 ; 10,8 et 19,5

SOMMAIRE

Page

J.P. DULPHY et C. DEMARQUILLY. Utilisation comparée par les génisses de 2 ensilages d'herbe conservés à l'acide formique ou au « derasyl ».....	5
A. HODEN et M. JOURNET avec J.P. GAREL, B. MARQUIS et G. TRILLAT. Etude de la complémentation azotée non protéique dans le cas des rations à base d'ensilage de maïs ou de fourrages pauvres distribuées à des génisses d'élevage.....	11
M.C. MICHEL. Utilisation pratique des profils métaboliques .2 - Résultats et perspectives d'avenir.....	19
C. TOURAILLE. Comparaison de qualités organoleptiques de viandes de boeufs et taureaux normands, âgés de 24 mois.....	27
R. GIOVANNI. Influence d'une alimentation riche en crucifères sur l'état sanitaire et les performances des ruminants. Etude bibliographique de l'activité antithyroïdienne	35
D. LEVIEUX. Evolution des immunoglobulines G. du lait de vache au cours des 4 premiers mois de lactation : mesure dans 9 étables du Puy-de-Dôme.....	47
B. REMOND, B. MARQUIS, A. HODEN, M. JOURNET. Utilisation du lactosérum par les vaches laitières.....	53
Vient de paraître - Nouvelles des fourrages à l'I.N.R.A. - 1977	61
Xèmes Journées du "Grenier de Theix"	63
Articles scientifiques parus en 1977	65
Sommaires des publications des chercheurs du Centre parues dans les annales de l'I.N.R.A. 42ème trimestre 1978) (Complément)	69

Une date à retenir !

6-7 Décembre 1978

Journées de la Recherche Ovine et Caprine

Un thème central :

L'ALIMENTATION DE LA BREBIS ET DE LA CHEVRE

avec la présentation des nouvelles recommandations alimentaires

mais aussi de nombreuses communications sur les derniers
développements dans les autres secteurs de la recherche .

Programme et conditions d'inscription sur demande :

I.T.O.V.I.C., 149, rue de Bercy, 75579 PARIS CEDEX 12

Une date à remplir :

6-7 Décembre 1978

Journées de la Recherche Ovine et Caprine

Un titre choisi :

L'ALIMENTATION DE LA BREBIS ET DE LA CHEVRE

avec la présentation des nouvelles recommandations alimentaires

pour l'élevage des ovins et caprins en France

révisées en 1978 par les experts de la recherche

Programme et conditions d'inscription sur demande

L.T.O.V.I.C. 145 rue de Belfort, 93200 PARIS CEDEX 13

UTILISATION COMPAREE PAR LES GENISSES DE 2 ENSILAGES D'HERBE CONSERVES A L'ACIDE FORMIQUE OU AU "DERASYL"

J.P. DULPHY et C. DEMARQUILLY

avec la collaboration de J.P. ANDRIEU
Laboratoire des aliments

Nous poursuivons nos études sur l'utilisation hivernale des ensilages d'herbe par les génisses de 1 an (cf. DULPHY et DEMARQUILLY, 1977), au domaine expérimental d'Orcival. Dans ce cadre, nous avons étudié durant l'hiver 1977-1978 un autre conservateur : le "Derasyl", mélange de farine d'orge, d'enzymes et de ferments lactiques.

MATERIEL ET METHODES

Un ray-grass anglais (variété Réveille) destiné à l'ensilage a été récolté en juin 1977 (du 22 au 28), dans des conditions climatiques peu favorables (pluviométrie importante qui a allongé la durée du chantier), au stade fin épiaison du 1er cycle de végétation. La récolte a été effectuée avec une machine à tambour-hacheur (brins de 2 cm environ). Deux remorques étaient remplies alternativement, l'une avec addition d'acide formique (4,8 litres par tonne), l'autre avec addition de "Derasyl" (10 kg/tonne). L'acide formique a été introduit au niveau de la machine et le Derasyl à la confection du silo. Les deux ensilages ont été conservés en silos couloirs bétonnés sous hangar ; dès la fin du remplissage de chaque silo, les fourrages avaient été couverts d'un film plastique et chargés de ballots de paille.

Les génisses utilisées pour étudier ces 2 ensilages étaient de races croisées (HF × FF et HF × MO) et étaient âgées de 10 à 12 mois (300 ± 35 kg) au début de l'expérience (2 novembre). Elles ont été maintenues entravées avec une litière de paille. Après une période préexpérimentale de 15 jours sur un régime commun constitué par le mélange des deux ensilages, les génisses ont été appariées selon leur âge et leur poids en 2 lots de 14 animaux, aussi semblables que possible. Un lot a alors reçu l'ensilage à l'acide formique et l'autre l'ensilage avec "Derasyl". Tous les animaux ont reçu par ailleurs 200 g de tourteau de soja par jour, des minéraux (100 g de 14-14 enrichi en oligo-éléments et 25 g de carbonate de calcium) et des vitamines. En outre, dans chaque lot, la moitié des animaux a reçu continuellement tout au long de l'essai soit un niveau bas (0 kg d'orge), soit un niveau haut (1 kg d'orge) de complémentation. Au bout de 7 semaines, compte-tenu de la très faible croissance des animaux (en moyenne 376 g/jour), nous avons augmenté, pour toutes les génisses l'apport d'orge de 1 kg et, comme prévu, inversé les ensilages pour 7 semaines. Enfin au cours d'une 3e période de 7 semaines, l'apport de concentré a été ramené au niveau décidé en première période.

Pour présenter les performances des animaux, nous avons regroupé les périodes 1 et 3 qui correspondent au schéma expérimental initialement prévu et présenté à part la période 2.

Tout au long de l'essai, les quantités désilées ont été pesées afin de connaître les quantités de fourrage perdues en cours de conservation. De plus, chaque ensilage a aussi été distribué au cours de 2 périodes (sans concentré) à un lot de 5 moutons, maintenus en cages à digestibilité, pour en mesurer leur valeur alimentaire et azotée.

RESULTATS

Composition chimique, qualité de conservation et valeur nutritive des ensilages

Les résultats concernant la composition des ensilages et des fourrages verts correspondants, ainsi que leur valeur alimentaire sont rapportés au tableau I. L'apport de "Derasyl", qui représente 5 % de la M.S. mise en silo, n'a pas modifié la composition des fourrages. La qualité de conservation de l'ensilage avec "Derasyl" est légèrement supérieure à celle de l'ensilage avec acide formique, mais aucun des ensilages n'est bien conservé. En outre, dans les 2 ensilages une bonne protection de l'azote n'a pas été assurée ($N \text{ soluble} > 60 \% N \text{ total}$), ce qui doit provenir de la durée trop longue du chantier.

Les digestibilités des deux ensilages ne sont pas significativement différentes. Il en est de même des quantités d'azote retenues (tableau II).

Quantités ingérées par les génisses (tableau III)

Pour les génisses recevant le niveau bas de complémentation (0 ou 1 kg d'orge en P₂) les quantités ingérées d'ensilage n'ont pas été significativement différentes, selon le type de conservateur : en moyenne 1,53 kg/100 kg de poids vif avec acide formique contre 1,49 kg avec "Derasyl", soit une différence de 2,5 %. Cette différence passe cependant à 8 % si on ne compare que les fractions fourrages ingérées. Notons que ces valeurs sont très faibles et que nous trouvons habituellement des quantités de MS d'ensilage ingérées égales à environ 1,8 kg/100 kg de poids vif avec une distribution de 1 kg de complément par animal et par jour.

En revanche, lorsque les génisses ont reçu le plus haut niveau de concentré, les quantités d'ensilage ingérées ont été significativement différentes : en moyenne 1,38 kg/100 kg de poids vif avec acide formique contre 1,28 kg avec "Derasyl", soit une différence de 7,5 % (12 % pour les fractions fourrages).

Cet écart en présence du plus haut niveau de concentré provient d'une substitution élevée fourrage/concentré pour l'ensilage avec "Derasyl" : 0,84 kg de MS en moins par kg de MS de concentré en plus, contre 0,52 pour l'ensilage avec acide formique.

Gains de poids vifs journaliers

En présence de 0 et 1 kg d'orge, les gains de poids des génisses n'ont pas été significativement différents entre les deux ensilages : respectivement 580 ± 155 et 559 ± 158 g/jour avec acide formique et avec "Derasyl". Par contre, en présence de 2 kg d'orge, le gain de poids a été significativement supérieur ($P < 0,05$) avec l'ensilage additionné d'acide formique (+ 192 g/jour).

L'effet de l'apport supplémentaire de 1 kg de concentré n'a pas été significatif en présence de l'ensilage avec acide formique (+ 63 g/jour). Par contre il a été fort variable en présence de l'ensilage avec Derasyl :

+ 216 g/jour en P₁ contre + 114 avec l'ensilage à l'acide formique (différence significative)

TABLEAU 1 : APPORT D'UREE PAR L'INTERMEDIAIRE D'UN ALIMENT LIQUIDE A DES GENISSES D'ELEVAGE RECEVANT UN REGIME A BASE D'ENSILAGE DE MAIS.
ESSAI I - THEIX

L O T S	I	II	III
Type de complémentation Mode d'apport	"Rumipec" 30 g/kg MS dans ensilage maïs	"Rumilix" Distributeur à roue	"Rumilix" Distributeur à roue
Nombre d'animaux	6	6	6
Durée période expérimentale (jours)	112	112	112
Quantités ingérées (kg MS) :			
. ensilage maïs	8,12	7,99	7,21
. aliment concentré (maïs-grain)	0,30	0,33	0,33
. rumipec	0,255	0	0
. rumilix - kg	0	0,371	0,389
- kg MS	0	0,217	0,227
. minéraux	0,084	0,084	0,084
. ration totale	8,76	8,63	7,86
. " " p.100 kg poids vif	2,13	2,15	2,28
Poids vif moyen (kg)	411 ± 36	401 ± 39	344 ± 42
Gain de poids vif (g/j)	948 ± 143	928 ± 125	979 ± 103
Urée : - g/j	127,5	55,7	58,4
- g % kg poids vif	31,0	13,9	17,0
Apports MAT - g	1186	986	918
MAT % MS	13,5	11,4	11,6
MAT urée % total	30,9	16,2	18,3
Apports : - UFV	6,8	6,8	6,2
- PDIE g	636	633	575
- PDIN g	724	607	563

VALEUR NUTRITIVE DES ALIMENTS (PAR KG MS)

	UFV	MAT g	PDIN g	PDIE g
Ensilage de maïs	0,79	98	61	74
Maïs grain	1,28	110	80	116
"Rumipec" (50 p.100 urée + 50 p.100 minéraux)	0	1400	805	0
"Rumilix 45" (par kg à 58,5 p.100 MS)	0,25	450	250	9

TABLEAU III : QUANTITES INGEREES ET GAINS DE POIDS JOURNALIERS DES GENISSES

		Quantités ingérées - kg MS				Poids vif des Animaux (kg)	Gains de poids g/jour
		Aliment concentré		p.100 kg P.V.			
		Orge	Soja	Ensilage	total		
Périodes 1 et 3	Ensilage + acide formique	0	0,2	1,56 ^a	1,61	343	476 ^a
		1	0,2	1,41 ^b	1,81	348	530 ^a
	Ensilage + "Derasy1"	0	0,2	1,51 ^a	1,56	344	434 ^a
		1	0,2	1,30 ^c	1,60	346	496 ^a
Période 2	Ensilage + acide formique	1	0,2	1,47 ^A	1,78	338	886 ^A
		2	0,2	1,31 ^B	1,86	346	966 ^A
	Ensilage + "Derasy1"	1	0,2	1,46 ^A	1,77	336	934 ^A
		2	0,2	1,23 ^B	1,79	338	774 ^B
				σ = ±0,11			σ = ±149

N.B. : Pour 1 colonne les chiffres suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différents.

TABLEAU IV : PERTES DE MATIERE SECHE DANS LES SILOS

(rapportées à la quantité de MS de fourrage utilisé)

	Ensilage avec acide formique	Ensilage avec "Derasy1"
Pertes totales %	29,7	27,2
dont inconsommables	2,9	3,7
Jus + gaz	26,8	23,5
(jus - estimé)	12,5	12,0
(gaz - estimé)	14,3	11,5

- 160 g/jour en P₂ contre + 80 avec l'ensilage à l'acide formique (différence significative)
- 92 g/jour en P₃ contre - 5 avec l'ensilage à l'acide formique (différence non significative)

Enfin l'effet de l'apport de 1 kg supplémentaire de concentré pour tous les animaux en période P₂ a entraîné un accroissement de gain de poids très élevé de 400 à 500 g/jour fort difficile à expliquer.

Pertes en cours de conservation

Les pertes totales de matière sèche durant la conservation ont été comparables pour les deux ensilages, quoique légèrement supérieures en présence d'acide formique. Dans les deux cas, elles sont plus élevées que celles observées (21 % en moyenne pour les pertes jus + gaz) dans les mêmes conditions, dans nos essais précédents (DULPHY et ANDRIEU, 1976).

Si on estime les pertes par jus à partir de nos essais précédents, on constate que les pertes gazeuses ont été nettement supérieures en présence d'acide formique, ce qui doit être relié vraisemblablement aux teneurs anormalement élevées en acide acétique et alcools de cet ensilage.

DISCUSSION - CONCLUSION

Dans cet essai, nous n'observons donc pas de différences significatives de valeur alimentaire entre les ensilages à l'acide formique ou au "Derasyl", distribués sans concentré à des moutons ou à des génisses. Cependant, compte tenu des difficultés que nous avons eues lors du remplissage des silos, les deux ensilages n'ont pas été très bien conservés. La présence de "Derasyl", dans le fourrage ensilé, a très nettement favorisé les fermentations lactiques, sans toutefois qu'elles aient été suffisamment rapides pour assurer une bonne protection des matières azotées. Celle-ci n'a pas été supérieure en présence d'acide formique ; la mauvaise protection de l'azote n'est peut-être due alors qu'à la longue durée du remplissage des silos.

Les performances des animaux ont été comparables avec les deux ensilages mais la diminution des performances des génisses après augmentation de l'apport d'orge pour l'ensilage au "Derasyl" et, donc la diminution de la valeur alimentaire de cet ensilage pose un problème. Peut-être y a-t-il eu dans ce cas un léger déficit de matières azotées, ce d'autant plus que le taux de substitution fourrage/concentré est très élevé avec l'ensilage au Derasyl. Cependant un tel déficit et une substitution élevée seraient vraisemblables si l'azote soluble était en quantité faible, ce qui n'est pas le cas. De plus, les compositions azotées des deux ensilages sont très voisines. Enfin les calculs dans le système PDI (INRA, 1978) montrent qu'il pourrait y avoir un déficit seulement avec les bas niveaux de concentré, mais cette estimation n'est peut-être pas tout à fait correcte. En définitive, pour trancher il aurait fallu introduire deux niveaux d'apports azotés dans l'essai.

D'un point de vue zootechnique, les gains de poids des animaux ont été, en moyenne, faibles mais ceci est logique car les fourrages ont été récoltés tardivement. Par rapport à nos résultats précédents, les quantités ingérées sont faibles, mais la valorisation de la matière sèche ingérée semble avoir été excellente : respectivement 0,86 et 0,88 UFL/kg de MS pour les ensilages à l'acide formique et au "Derasyl" distribués avec le bas niveau de concentré ; 0,78 UFL pour les deux ensilages en présence du haut niveau de concentré (valeurs calculées à partir des performances des animaux). L'augmentation de l'apport de concentré a donc considérablement réduit la valeur énergétique des deux ensilages.

Remerciements

Cette étude a été réalisée avec la Société CEVA que nous tenons à remercier.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DULPHY J.P. et DEMARQUILLY C., 1977. Bull. Techn. CRZV de Theix, n°27, p. 13-18.

DULPHY J.P. et ANDRIEU J.P., 1976. Bull. Techn. CRZV de Theix, n°25, p. 33-34.

I.N.R.A., 1978. Alimentation des Ruminants. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 VERSAILLES.

**ETUDE DE LA COMPLEMENTATION AZOTEE NON PROTEIQUE
DANS LE CAS DES RATIONS A BASE D'ENSILAGE DE MAIS OU
DE FOURRAGES PAUVRES DISTRIBUEES A DES GENISSES D'ELEVAGE**

A. HODEN* et M. JOURNET*
avec J.P. GAREL**, B. MARQUIS* et G. TRILLAT***

* Laboratoire de la Production Laitière

** Service d'Expérimentation et d'Information - 15330 MARCENAT

*** Laboratoire de la Production de Viande

L'apport d'azote non protéique se justifie dans deux grands types de rations (JOURNET et HODEN, 1978). Dans un cas, il s'agit des régimes déséquilibrés, riches en énergie et pauvres en matières azotées, destinés à des animaux à besoins élevés. La ration type est celle à base d'ensilage de maïs, déficitaire en azote fermentescible et les animaux concernés sont principalement les taurillons et les vaches laitières. Dans l'autre cas, il s'agit au contraire des rations de "fourrages pauvres" distribuées à des animaux à "faibles besoins" (vaches allaitantes, génisses d'élevage...) et dont l'essentiel de leur besoin azoté peut être assuré par les protéines microbiennes synthétisées dans le rumen, à condition cependant que l'apport d'azote soluble par la ration soit suffisant.

Dans l'un et l'autre cas, il n'est pas nécessaire d'utiliser un complément d'azote protéique puisqu'il faut avant tout fournir de l'ammoniac au niveau du rumen et de nombreux essais ont montré que l'azote non protéique convenait très bien pour cela.

Cependant le problème reste de trouver les moyens pratiques pour apporter cet azote non protéique aussi bien avec les rations à base d'ensilage de maïs qu'avec celles de "fourrages pauvres". Nous avons entrepris ces études depuis environ 10 ans (JOURNET et CROSSET-PERROTIN, 1970) et plusieurs comptes rendus ont été publiés à ce sujet en particulier dans le bulletin technique du Centre INRA de Theix (n°8, 11, 21 et 27).

Durant l'hiver 1976-77, nous avons poursuivi l'étude des méthodes d'apport de l'azote non protéique en effectuant 3 essais, le premier (essai I) avec une ration à base d'ensilage de maïs et les 2 autres (essais II et III) avec des régimes à base de "fourrages pauvres".

APPORT DE L'UREE PAR L'INTERMEDIAIRE D'UN ALIMENT LIQUIDE MIS A LA LIBRE DISPOSITION DE GENISSES D'ELEVAGE RECEVANT PAR AILLEURS DE L'ENSILAGE DE MAIS OFFERT A VOLONTE

ESSAI I

Pour diverses raisons, l'enrichissement de l'ensilage de maïs par de l'urée ne s'est pas développé en France comme on pouvait l'escompter. C'est pourquoi on s'est demandé si un moyen d'utiliser de l'azote non protéique avec ce type de ration ne serait pas d'apporter celui-ci par l'intermédiaire des aliments liquides contenant 12 à 15 p.100 d'urée laissés à la libre disposition des animaux. Les essais de digestion réalisés antérieurement (HODEN et JOURNET 1977) nous avaient montré que ce mode d'apport permettait de régulariser l'ingestion d'urée et la teneur en ammoniacale dans le rumen et de faire ingérer des quantités élevées d'urée sans risque de toxicité. L'objet de cet essai était de vérifier l'intérêt pratique de ce mode d'apport avec des rations d'ensilage de maïs destinées à des génisses d'élevage.

CONDITIONS EXPERIMENTALES

18 génisses d'élevage de 15 mois de races laitières (FF - HF et leurs croisements) ont été réparties en 3 lots de 6, conduites en stabulation libre et soumises à une croissance intensive d'environ 1000 g/j. Chaque lot a reçu de l'ensilage de maïs (35,3 p.100 MS - 9,9 p.100 MAT) offert à volonté dans une auge commune pendant les 16 semaines expérimentales et par ailleurs l'une des complémentations azotée et minérale suivante :

Lot I : lot témoin recevant 30 g de "Rumipec" (50 p.100 urée + 50 p.100 minéraux de type 9-18) par kg de MS d'ensilage de maïs ;

Lots II et III : Lots expérimentaux ayant libre accès à un distributeur à roue contenant de l'aliment liquide "Rumilix 45" (15 p.100 "d'équivalent urée") et à base de mélasse. L'ensilage de maïs était par ailleurs additionné de 15 g de "minéralpec" (type 9-18) par kg de MS d'ensilage de maïs.

Le "Rumipec" et le "Minéralpec" ont été mélangés à l'ensilage au moment de la distribution.

Seuls les animaux des lots I et II ont été appariés 2 à 2 en tenant compte du poids (353 ± 32 kg) et de l'âge (426 ± 8 jours) en début d'essai. Le lot III était constitué d'animaux plus jeunes (399 ± 9 jours d'âge) et d'un poids plus faible (289 ± 41 kg). Les principales conditions expérimentales et résultats sont rapportés au tableau I.

RESULTATS

Au cours de la période expérimentale de 112 jours, les génisses ont eu une capacité d'ingestion totale voisine de 2,1 kg MS par 100 kg de poids vif (p.100 PV), l'essentiel de la ration (plus de 90 p.100) étant constitué par l'ensilage de maïs.

Dans ces conditions, la quantité de mélange liquide ingérée n'a été en moyenne pour les 2 lots II et III que de 380 g par jour alors qu'elle avait été de 1,2 kg pour l'ensemble de nos essais réalisés avec les fourrages pauvres. L'apport "d'équivalent urée" n'a été que de l'ordre de 15 g p.100 kg PV mais la teneur en matières azotées ($N \times 6,25$) de la ration totale a été en moyenne de 11,5 p.100 en raison de la richesse azotée de l'ensilage. Pour le lot témoin, cette teneur a été de 13,5 p.100 par suite de l'incorporation systématique d'environ 15 g d'urée par kg de MS d'ensilage. Les gains de poids vif journaliers des animaux ont pratiquement été identiques pour les 3 lots et en moyenne de 950 ± 119 g.

TABLEAU I : COMPOSITION ET VALEUR ALIMENTAIRE DES ENSILAGES UTILISES

	Ensilage direct avec	
	acide formique 4,8 l/tonne	"Derasyl" 10 kg/tonne
Caractéristiques en vert :		
- Teneur en MS (p.100)	17,7	17,3
- Matières azotées totales)	12,7	12,6
- Matières minérales) p.100 MS	7,2	7,5
- Cellulose brute)	27,7	30,7
Composition des ensilages :		
- Teneur en MS (p.100)	21,6	21,6
- Matières azotées totales)	12,4	12,2
- Matières minérales) p.100 MS	6,0	6,2
- Cellulose brute)	31,5	33,9
pH	4,12	3,73
N-NH ₃ % N total	10,1	8,4
N soluble % N total	62,1	63,5
Acide lactique)	61,3	131,4
Acide acétique)	34,7	27,1
Acide propionique) g/kg MS	1,0	1,0
Acide butyrique)	1,3	0,7
Alcools)	74,2	24,4
Valeur alimentaire mesurée sur moutons :		
- digestibilité de la M.O.	65,8	68,6
- UFL/kg MS	0,75	0,79
- Ingestibilité g MS/kg P ^{0.75}	41,0	40,1

TABLEAU II : VALEUR AZOTEE DES ENSILAGES

		Ensilage avec acide formique	Ensilage avec "Derasyl"
Mesures sur moutons	N ingéré g/jour	16,2	15,1
	N fécal "	5,8	5,7
	N urinaire "	9,4	7,7
	N retenu "	- 0,3	+ 0,5
	CUD MAZ p.100	60,8	58,1
	MAD g/kg MS	74	71
Estimation par formules, INRA, 1978	PDIE g/kg MS	68	69
	PDIN g/kg MS	74	72

Les apports énergétiques ont été en moyenne de 6,5 UFV, ce qui correspond (INRA, 1978) aux apports alimentaires recommandés pour des génisses d'un an de 350 à 400 kg soumises à ces croissances élevées. De même, les besoins azotés ont toujours été largement couverts sans autre complément protéique puisque les apports ont pratiquement toujours été supérieurs à 550 g de PDI par jour. Il est intéressant de constater que l'apport d'azote fermentescible, estimé d'après la quantité de PDIN offerte, a été suffisant ; il a même été largement excédentaire pour le lot "Rumipec".

CONCLUSION - DISCUSSION

Ce premier essai, effectué avec des génisses soumises à des croissances élevées, montre qu'il semble possible de compléter correctement en azote fermentescible une ration à base d'ensilage de maïs par l'intermédiaire d'un distributeur contenant un aliment liquide à 45 p.100 de matières azotées. Les résultats obtenus sont satisfaisants et nous avons entrepris d'expérimenter sur des vaches laitières et avec des ensilages de maïs ayant des teneurs en matières azotées plus courantes (de l'ordre de 8 p.100). Simultanément, le comportement des animaux a été observé de façon à préciser les variations individuelles de consommation d'aliment liquide comme nous l'avons fait dans le cas des fourrages pauvres. L'influence éventuelle de la valeur azotée du fourrage sur les consommations d'aliment est également à l'étude. Nous avons en effet observé dans cet essai que les animaux recevant un ensilage de maïs relativement riche en matières azotées avaient ingéré de faibles quantités d'aliment liquide.

APPORT D'UREE OU D'AUTRES SOURCES D'AZOTE NON PROTEIQUE EN COMPLEMENT D'UNE RATION DE PAILLE OFFERTE A VOLONTE - COMPARAISON A DES SOURCES D'AZOTE PROTEIQUE

ESSAIS II ET III

Dans les essais précédents (HODEN et al., 1972, 1973, 1975), nous avons toujours comparé entre eux différents modes de présentation (pulvérulent - aggloméré - liquide) de l'azote non protéique sans jamais introduire de régime témoin comportant une complémentation azotée de type protéique. Par ailleurs, les différents mélanges utilisés étant très pauvres en énergie, il a toujours été nécessaire d'effectuer simultanément une complémentation énergétique par l'intermédiaire d'un apport de céréales. Enfin, les résultats obtenus sur des animaux en bilan digestif (HODEN et JOURNET, 1977) nous avaient montré que certaines sources d'azote non protéique à hydrolyse plus lente que l'urée pourraient être intéressantes à utiliser en cas d'apport non fractionné. Ces sources (biuret et autres formes d'ANP) s'étaient en outre avérées plus appétibles et moins toxiques que l'urée. L'azote de ces produits était cependant moins digestible dans certains cas.

Nous avons donc entrepris 2 essais sur des génisses d'élevage recevant des fourrages pauvres dans le but de répondre aux questions suivantes :

- 1 - A des niveaux d'apports énergétiques identiques, la complémentation azotée à partir de mélanges à base d'azote non protéique est-elle aussi efficace qu'avec une source protéique ?
- 2 - Peut-on se passer d'un apport d'azote non protéique dans le cas de l'utilisation d'une céréale (blé) très riche en matières azotées, plus fermentescibles comparativement aux autres céréales ?
- 3 - Une source d'azote non protéique à hydrolyse plus lente que l'urée est-elle plus efficace que cette dernière dans le cas d'un apport fractionné, en 2 fois par jour seulement ?

Les points 1 et 2 ont été abordés dans l'essai II (Domaine de Laqueuille) tandis que les aspects 1 et 3 l'ont été dans l'essai III (Domaine de Marcenat).

ESSAI II

CONDITIONS EXPERIMENTALES

32 génisses d'élevage "d'un an" de races à viande (CH, CHxAU et divers), d'un poids vif de 275 ± 27 kg lors de leur rentrée à l'étable ont été appariées en début d'hiver pour constituer 4 lots d'animaux les plus comparables possibles. Chacun de ces lots a reçu durant la période expérimentale, d'une durée de 20 semaines, une ration de paille d'orge pauvre en matières azotées ($17 \text{ g N} \times 6,25$) offerte à volonté. Par ailleurs, l'une des complémentations suivantes a été effectuée :

- Lot I - aliment liquide "Rumilix 45" offert à volonté dans un distributeur à boules et 2,3 kg de maïs-grain ;
- Lot II - mélange pulvérulent (50 p.100 "Rumipec", 15 p.100 sel et 35 p.100 tourteau de soja) offert à volonté et 2,25 kg de maïs-grain ;
- Lot III - 0,65 kg de tourteau de soja "50" et 1,8 kg de maïs-grain ;
- Lot IV - 2,6 kg de blé riche en matières azotées ($16 \text{ p.100 N} \times 6,25$).

Les apports de ces compléments, effectués en 2 repas par jour, ont été calculés pour être iso-énergétiques pour tous les lots (2,5 UFL/jour) et iso-azotés pour les lots I, II et III. La complémentation minérale et vitaminique a été assurée en utilisant un composé spécialement étudié pour les régimes à base de paille. Les animaux étaient conduits en stabulation libre couverte par case de 4 génisses.

Les résultats présentés se rapportent aux 20 semaines expérimentales et, pour des raisons sanitaires (strongylose) indépendantes des traitements étudiés, nous avons dû supprimer 1 ou 2 génisses dans certains lots. Les principaux résultats sont présentés dans le tableau II.

RESULTATS

Le niveau d'ingestion de paille d'orge a été en moyenne très faible (0,84 kg MS % kg PV) en raison probablement de sa faible valeur nutritive. De ce fait, la capacité d'ingestion totale n'a été que de 1,51 kg MS % kg PV. Au cours de l'essai, la consommation de paille n'a en revanche pas cessé d'augmenter et on peut considérer que celle-ci a pratiquement doublé entre le début et la fin de la période expérimentale (1,9 kg MS les 3 premières et 3,5 kg les 3 dernières semaines).

La consommation d'aliment liquide a été relativement faible (580 g/j soit environ 13 g d'urée par 100 kg de poids vif) en comparaison des niveaux d'ingestion habituellement observés dans le cas des régimes de fourrages pauvres. Ceci est peut-être à relier aux variations de qualité du mélange que nous avons dû souvent renouveler en raison de la formation d'un dépôt dans le fond du distributeur. Le mélange pulvérulent s'est consommé au niveau attendu d'environ 300 g par jour soit 20 g d'urée par 100 kg de poids vif.

Les gains de poids vif calculés par régression ont été plus élevés (de 60 à 70 g/j) pour le traitement "soja" mais de façon non significative par rapport aux 3 autres qui ont tous pratiquement permis la même croissance (445 g/j). Ceci est confirmé par la pesée effectuée après la mise à l'herbe qui indique que les animaux du lot "soja" ont gagné durant l'hiver environ 10 kg de poids vif de plus que les 3 autres lots.

Les apports énergétiques qui ont été en moyenne de 3,7 UFL correspondent à des apports alimentaires recommandés (INRA, 1978) permettant d'assurer une croissance moyenne réelle de l'ordre de 300 g/j pour des génisses d'un poids vif de 300 kg. Le gain de poids plus élevé qui a été observé n'est en fait qu'apparent, en raison des variations de contenus digestifs dues à l'augmentation des quantités ingérées de paille en cours d'hiver. D'autres essais, effectués à mêmes quantités ingérées entre le début et la fin de l'essai montrent en effet que ce facteur peut surestimer les croissances de 100 à 150 g/j dans le cas des régimes à base de paille.

Les apports azotés ont simultanément été suffisants (350 g de PDI) pour assurer des croissances de l'ordre de 300 à 350 g/j sauf pour le traitement contenant le blé où l'apport de PDIN a été inférieur d'environ 50 g aux apports alimentaires recommandés. Dans ce cas, on a vraisemblablement dû avoir un recyclage plus important de l'azote au niveau du rumen. L'apport d'ANP a représenté une part importante (50 p.100) des apports totaux dans les 2 traitements où il a été utilisé.

ESSAI III

CONDITIONS EXPERIMENTALES

40 génisses d'élevage de "2 ans" (420 ± 26 kg en début d'hiver) constituées pour moitié de races laitières (19 FF et MO) et pour moitié d'animaux de race Salers ($n = 21$) ont été réparties en 3 lots les plus identiques possibles en début d'hiver. Elles ont été conduites en stabulation libre comportant une partie couverte mais dans des conditions d'hivernage difficiles (1100 m d'altitude). Ces animaux ont reçu une ration de paille de blé (4 p.100 N $\times$ 6,25) offerte à volonté et l'une des 3 complémentations iso-énergétiques et azotées suivantes par l'intermédiaire d'un aliment concentré à base de maïs-grain contenant :

Lot I - 3,6 p.100 d'urée à 46 p.100 d'azote ;

Lot II - 4 p.100 de CPA (Biuret et diverses autres formes d'ANP) à 42 p.100 d'azote ;

Lot III - 27 p.100 de tourteau de soja.

Cet aliment concentré était apporté à raison de 2,5 kg et en 2 distributions par jour. Les animaux recevaient par ailleurs une complémentation vitaminique et minérale systématique, adaptée aux rations à base de paille.

Les principales conditions expérimentales et résultats sont rassemblés au tableau II.

RESULTATS

Durant les 102 jours d'essai, les génisses ont consommé aux environs de 1,3 kg MS % kg PV de paille et le niveau de la ration totale a été voisin de 1,8 kg MS % kg PV. Comme dans l'essai II, les consommations de paille ont augmenté durant la période expérimentale mais de façon moins importante (+ 1 kg MS en moyenne).

Les gains de poids vif moyens estimés à un même niveau d'ingestion ont été faibles (100 à 150 g/j) et non significativement différents selon les traitements. En revanche, ceux-ci ont été beaucoup plus élevés pour les Salers (200 à 250 g) par rapport aux génisses laitières qui sont pratiquement restées à poids constant. Ceci est à relier aux conditions climatiques difficiles mais aussi à un phénomène de dominance au niveau de la consommation de l'aliment concentré.

TABLEAU II. ETUDES DE DIFFERENTS MODES ET FORMES D'APPORTS DE L'AZOTE NON PROTEIQUE AVEC DES RATIONS A BASE DE PAILLE DISTRIBUEES A DES GENISSES D'ELEVAGE EN COMPARAISON A DES SOURCES AZOTEES PROTEIQUES.

ESSAIS et LIEUX	ESSAI II - LAQUEVILLE				ESSAI III - MARCENAT		
	I Rumilix 45	II Pulvérulent	III Tourteau soja 50	IV Blé	I Urée	II C.P.A.	III Tourteau soja 50
Nombre d'animaux	7	6	6	8	13	13	14
Quantités ingérées - kg MS							
. Paille (1)	2,64	2,87	2,96	2,66	5,63	5,58	5,41
. Aliment concentré (2)	1,94	1,93	1,52	-	2,26	2,25	1,71
. Complément azoté (3)	0,34	0,27	0,55	2,23	0,084	0,094	0,63
. Ration totale	4,92	5,07	5,03	4,89	7,97	7,92	7,75
. " " p.100 kg poids vif	1,46	1,57	1,50	1,50	1,85	1,81	1,78
Urée ou "équivalent urée" à 46 % d'N							
- g/j	44,3	67,5	-	-	84,2	85,8	-
- g p.100 kg poids vif	13,3	21,0	-	-	19,5	19,6	-
Poids vif moyen - kg	337 ± 37	322 ± 28	335 ± 22	325 ± 30	Salers(n=7) 431 ± 22 FF+MO(n=6) 432 ± 53	Salers(n=7) 432 ± 18 FF+MO(n=6) 443 ± 42	Salers(n=7) 434 ± 21 FF+MO(n=7) 440 ± 38
Gain de poids vif (4) - g/j	452 ± 91	447 ± 103	511 ± 118	439 ± 76	241 ± 94 15 ± 148	246 ± 97 100 ± 199	215 ± 87 29 ± 148
Apports							
. MAT g	512	513	512	404	781	779	784
. MAT complément azoté % total	50,8	49,1	58,4	88,9	30,9	31,7	43,2
. MAT p.100 MS	10,4	10,1	10,2	8,3	9,8	9,8	10,1
. UFL	3,64	3,69	3,76	3,78	5,06	4,83	4,86
. PDIE g	320	350	428	334	485	483	593
. PDIN g	337	341	375	278	495	436	435

(1) Paille d'orge dans l'essai II et de blé (0,40 UFL - 35 g MAT - 22 g PDIN - 43 g PDIE par kg MS) dans l'essai III.

(2) A base essentiellement de maïs-grain (97 %) dans l'essai II - voir composition pour l'essai III.

(3) Complément azoté apporté en même temps que l'aliment concentré (2 fois par jour) sauf pour le "Rumilix 45" et le "Pulvérulent" qui étaient laissés continuellement à la libre disposition des animaux.

(4) Gain de poids vif estimé à même niveau d'ingestion entre le début et la fin de l'expérience dans l'essai III.

VALEUR NUTRITIVE DES ALIMENTS (PAR KG MS) ET COMPOSITION (P.100) DES ALIMENTS CONCENTRES

ESSAI II					ESSAI III			
	UFL	MAT g	PDIN g	PDIE g	Composition :	"Urée"	"C.P.A."	"Soja"
Paille d'orge	0,40	17	15	35	Maïs grain	83,4	83	60
Tourteau soja 50	1,20	543	379	269	Tourteau soja 50	-	-	27
Blé + minéraux (3 %)	1,22	161	107	108	Luzerne déshydratée 18	10	10	10
Maïs grain + minéraux (3 %)	1,27	110	80	116	Urée 46 % N	3,6	-	-
Pulvérulent (25 urée + 25 minéraux + 15 sel + 35 tourteau soja 50)	0,37	930	480	85	C.P.A. 42 % N	-	4	-
"Rumilix 45" (par kg à 58,5 p.100 MS)	0,25	450	250	9	Carbonate de calcium	2,5	2,5	2,5
					Sel	0,5	0,5	0,5
					UFL	1,20	1,11	1,15
					MAT g	239	236	240
					PDIE g	104	104	154
					PDIN g	133	134	161

Les apports iso-énergétiques, voisins de 4,9 UFL, correspondent aux apports alimentaires recommandés (INRA, 1978) pour des femelles de ce poids (400 à 450 kg) ayant une croissance de l'ordre de 200 à 250 g/j. Les conditions climatiques parfois rigoureuses sont probablement la cause des performances plus faibles. Simultanément, les apports azotés n'ont pas été limitants, puisqu'ils ont été supérieurs d'au moins 100 g aux apports alimentaires recommandés (350 PDI). L'énergie a bien été le facteur limitant puisque les animaux du lot "soja" n'ont pas eu des croissances plus élevées que les 2 autres lots malgré des apports azotés largement excédentaires (+ 200 à 250 g PDIE). Il n'est pas possible non plus de différencier l'effet des 2 formes d'ANP.

CONCLUSION - DISCUSSION

Ces deux essais sont intéressants en premier lieu parce qu'ils confirment que dans le cas des rations de fourrages pauvres, l'Azote non protéique peut être utilisé de façon aussi efficace que la forme protéique pour obtenir des croissances modérées de l'ordre de 300 g/j. L'utilisation du tourteau de soja n'a pas entraîné d'augmentation significative de la croissance, essentiellement parce qu'il a été apporté à des niveaux énergétique et azoté (PDIN) comparables à ceux observés avec les traitements à base d'azote non protéique.

L'utilisation d'une céréale, réputée riche en azote, surtout fermentescible, comme seul complément apparaît comme étant très intéressante. Ce résultat a cependant été obtenu sur un effectif faible d'animaux et il serait important de voir si le déficit d'azote fermentescible ($PDIN < PDIE$) ne pourrait pas à long terme être préjudiciable au niveau des performances observées en diminuant la digestibilité de la ration (VERITE, 1978).

Nous n'avons pas observé d'influence nette de l'utilisation de sources azotées non protéiques à hydrolyse plus lente que l'urée au niveau du rumen. Ces composés, à condition qu'ils ne soient pas constitués de formes azotées trop insolubles (HODEN et JOURNET, 1977) peuvent cependant être intéressants s'ils s'avèrent effectivement plus appétibles tout en présentant moins de risques de toxicité que l'urée. Leur prix devra cependant être compétitif par rapport à celui de l'urée et des sources azotées protéiques classiques qui apportent simultanément de l'énergie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

HODEN A., CROSSET-PERROTIN M., MARQUIS B., JOURNET M., 1972. Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A. (8), 5-13.

HODEN A., JOURNET M., CROSSET-PERROTIN M., 1973. Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A. (11), 35-40.

HODEN A., JOURNET M., CROSSET-PERROTIN M., 1975. Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A. (21), 17-24.

HODEN A., JOURNET M., 1977. Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A. (27), 23-30.

JOURNET M., CROSSET-PERROTIN M., 1970. Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - I.N.R.A. (2) 33-42.

JOURNET M., HODEN A., 1978. Utilisation et marché des aliments liquides chez les Ruminants. Document ADEPRINA, p. 34-38.

I.N.R.A. 1978. Alimentation des Ruminants. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 VERSAILLES.

VERITE R., 1978. Alimentation azotée des vaches laitières ; in La Vache Laitière, p. 183-197 ; Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 VERSAILLES.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier la S.C.P.A. de son concours technique qui a permis la réalisation de ces essais.

UTILISATION PRATIQUE DES PROFILS METABOLIQUES

II - Résultats et perspectives d'avenir (1)

M.C. MICHEL

avec la collaboration de **Christiane FOUCHER,**
Françoise ONDET et Martine COUTURIER

Laboratoire des Maladies Métaboliques

Les 1200 profils métaboliques que notre laboratoire a réalisés de 1975 à 1978 nous avaient été en majorité demandés par des vétérinaires et des éleveurs pour les aider à résoudre des problèmes urgents, les traitements traditionnels ayant échoué. Les syndromes les plus fréquemment rencontrés étaient l'infécondité, les troubles du vêlage, les mammites, les affections podales, les maladies des veaux.

Il apparaît maintenant à divers organismes : en particulier à certains Etablissements Départementaux de l'Elevage, Centres d'Insémination, C.E.T.A., Laboratoires Départementaux des Services Vétérinaires, que des résultats pourraient être apportés par une action concertée, menée à une échelle suffisante. Cette nouvelle orientation ne vise pas à résoudre des problèmes d'urgence, mais s'inscrit comme moyen supplémentaire pour améliorer la gestion nutritionnelle et sanitaire des élevages suivis par ces organismes et de ce fait pourrait être poursuivie dans le temps.

Dans un article précédent (bulletin n° 32), nous avons précisé les conditions dans lesquelles devaient être effectués les profils et leur interprétation. Ici nous donnerons quelques uns des résultats obtenus et les perspectives ouvertes par cette technique.

I - QUELQUES RESULTATS MOYENS A L'ECHELLE D'UNE REGION

a) Une série de profils a été effectuée dans 38 élevages du Maine et Loire en collaboration avec le Centre d'Insémination artificielle de Trélazé et le C.R.A.T.E.A.S. de Segré. Il s'agissait en majorité d'élevages de vaches Frisonnes Pie-Noire. Les valeurs moyennes observées pour l'ensemble des paramètres (figure 1) se situent dans les limites des normes de références établies trois ans auparavant. Cependant, on observe une certaine dispersion pour plusieurs paramètres :

En ce qui concerne le calcium, la dispersion est due au fait que dans 8 élevages, la calcémie moyenne est inférieure à 8,5 mg/100 ml. Pour le phosphore, on observe par contre une hyperphosphorémie dans 8 autres élevages.

(1) la première partie de ce texte a été publiée dans le numéro précédent du bulletin technique (1978, n° 32)

La raison de ces divergences peut être due à plusieurs causes : certains compléments minéraux apportent des doses un peu élevées de vitamine D, laquelle élève la phosphorémie. Par ailleurs, d'autres compléments de type 16-16 apportent trop de phosphore et une quantité insuffisante de calcium pour couvrir les besoins d'animaux à haute production. Les meilleurs résultats semblent être apportés par un complément minéral titrant 8 % de phosphore et 20 % de calcium (type 8-20 correspondant à l'ensilage de maïs).

La glycémie est un peu plus élevée que celle des normes de références. Il est possible que les animaux recevant de l'ensilage de maïs et des concentrés soient un peu hyperglycémiques par rapport aux animaux nourris au foin, ainsi que nous l'avons observé chez des taurillons.

Les valeurs faibles de l'urée, rencontrées dans 8 élevages, sont certainement en rapport avec la mauvaise qualité des fourrages 1977.

Les valeurs des protéines totales, de l'albumine et des globulines, sont très groupées. Le taux moyen des protéines totales et des globulines est un peu plus faible que la moyenne de référence. Compte-tenu de l'excellent état sanitaire de la majorité de ces élevages et leur bon équilibre nutritionnel, on peut considérer ces valeurs comme normales.

Des valeurs faibles pour le sodium (≤ 130 meq/litre), sont observées dans 13 élevages. Après avoir posé un certain nombre de questions, nous pensons que ceci est dû à un apport de sel insuffisant.

La cuprémie ainsi que la magnésémie sont parfaitement normales. Soulignons le fait que nous n'avons pas observé de carences en magnésium dans les départements de l'Ouest.

La zincémie, en revanche, est faible (≤ 100 mcg/100 ml en moyenne) dans 6 élevages, ce qui explique la dispersion observée (des carences en zinc ont été observées depuis plusieurs années sur le maïs dans l'Ouest).

Enfin, les valeurs de l'hématocrite, bien qu'assez groupées, se situent en moyenne un peu au-dessus de la valeur moyenne de références et très au-dessus des valeurs moyennes indiquées par Payne et al., 1970, pour lesquels l'hématocrite moyen se situe entre 23 et 34 %. Des recherches plus étendues devront être faites pour déterminer la valeur minimum de l'hématocrite en dessous de laquelle on peut considérer que les animaux sont anémiés.

b) Une série de profils a été réalisée dans 38 élevages de vaches Charollaises. Ces élevages sont situés dans l'Allier, la Nièvre, la Saône et Loire et le Cher. Il s'agit, dans de nombreux cas, d'élevages à problèmes.

Les résultats moyens sont indiqués figure 2. On peut observer que le taux moyen de magnésium et de cuivre est significativement inférieur à la valeur de référence. La valeur moyenne du glucose, des protéines totales, des globulines, du sodium et de l'hématocrite est faible. Seule, la phosphorémie est normale ou élevée.

La plupart de ces élevages souffrent de façon chronique de plusieurs carences minérales. Pour le cuivre, par exemple, 29 élevages sur 38 présentent une cuprémie moyenne inférieure à 90 mcg/100 ml. Pour le magnésium 29 élevages sur 38 présentent un taux inférieur en moyenne à 1,9 mg/100 ml. Pour le sodium, les carences sont un peu moins fréquentes (16 élevages sur 38). Pour les carences en zinc nous relevons 9 élevages carencés. La plupart des élevages carencés en Zn sont localisés en Saône et Loire.

FIGURE 1 : PROFIL DE 38 ELEVAGES LAITIERS DU MAINE-ET-LOIRE — MOYENNE — ± 2 ECARTS-TYPE

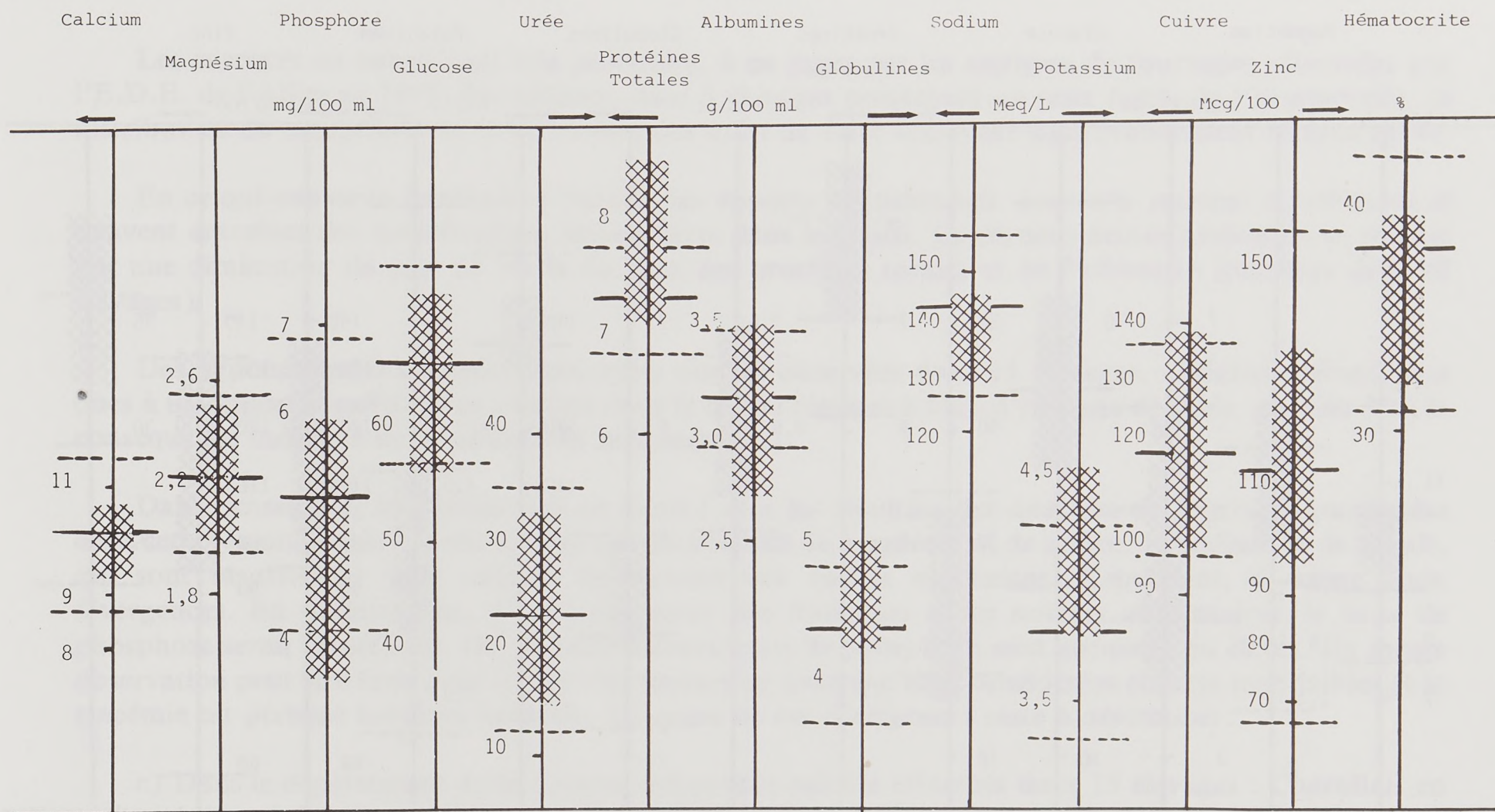


FIGURE 2 : PROFIL DE 35 ELEVAGES DE VACHES CHAROLAISES — MOYENNE — ± 2 ECARTS-TYPE

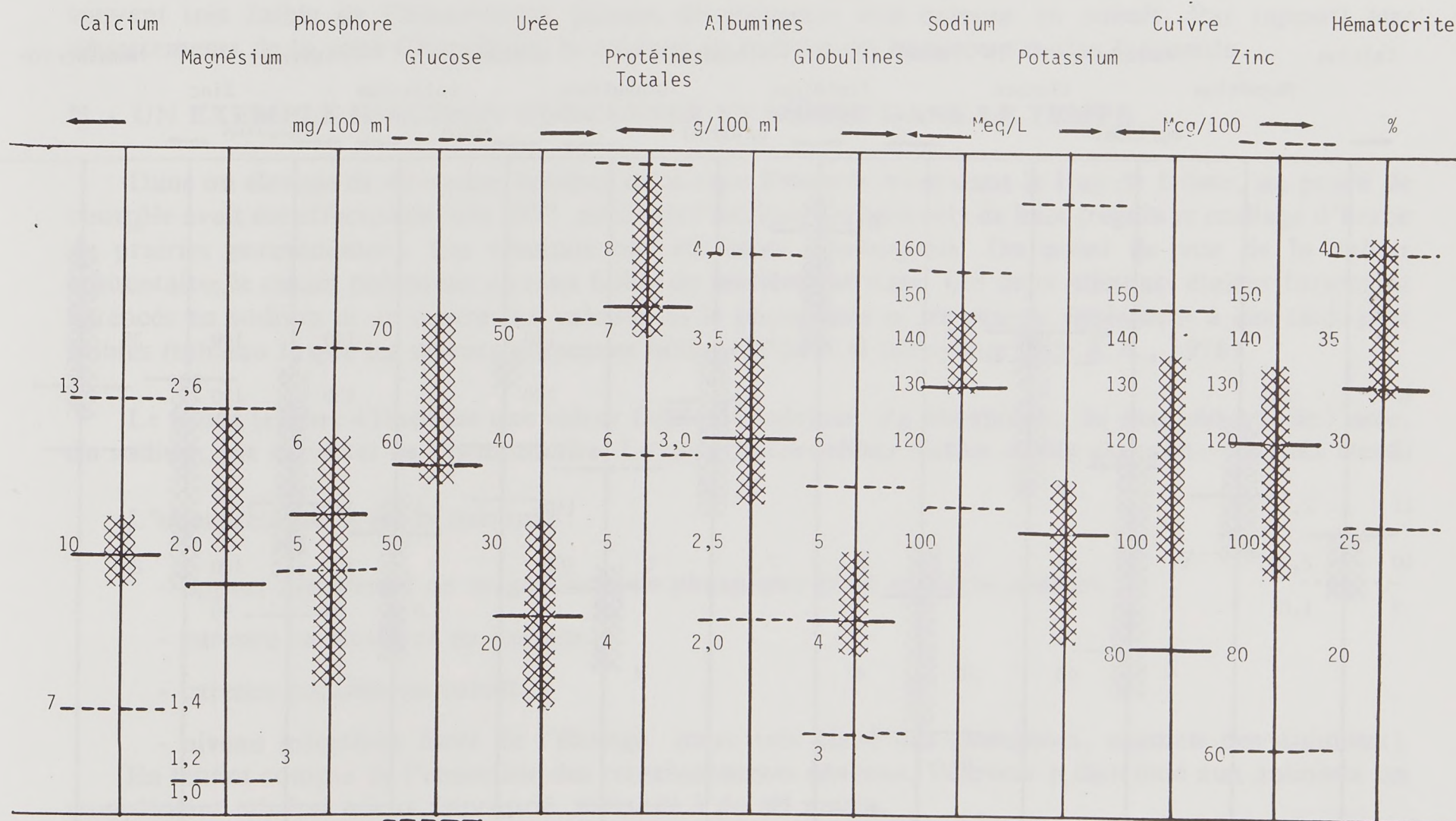


FIGURE 3 : PROFIL DE 35 ELEVAGES DE VACHES CHAROLAISES

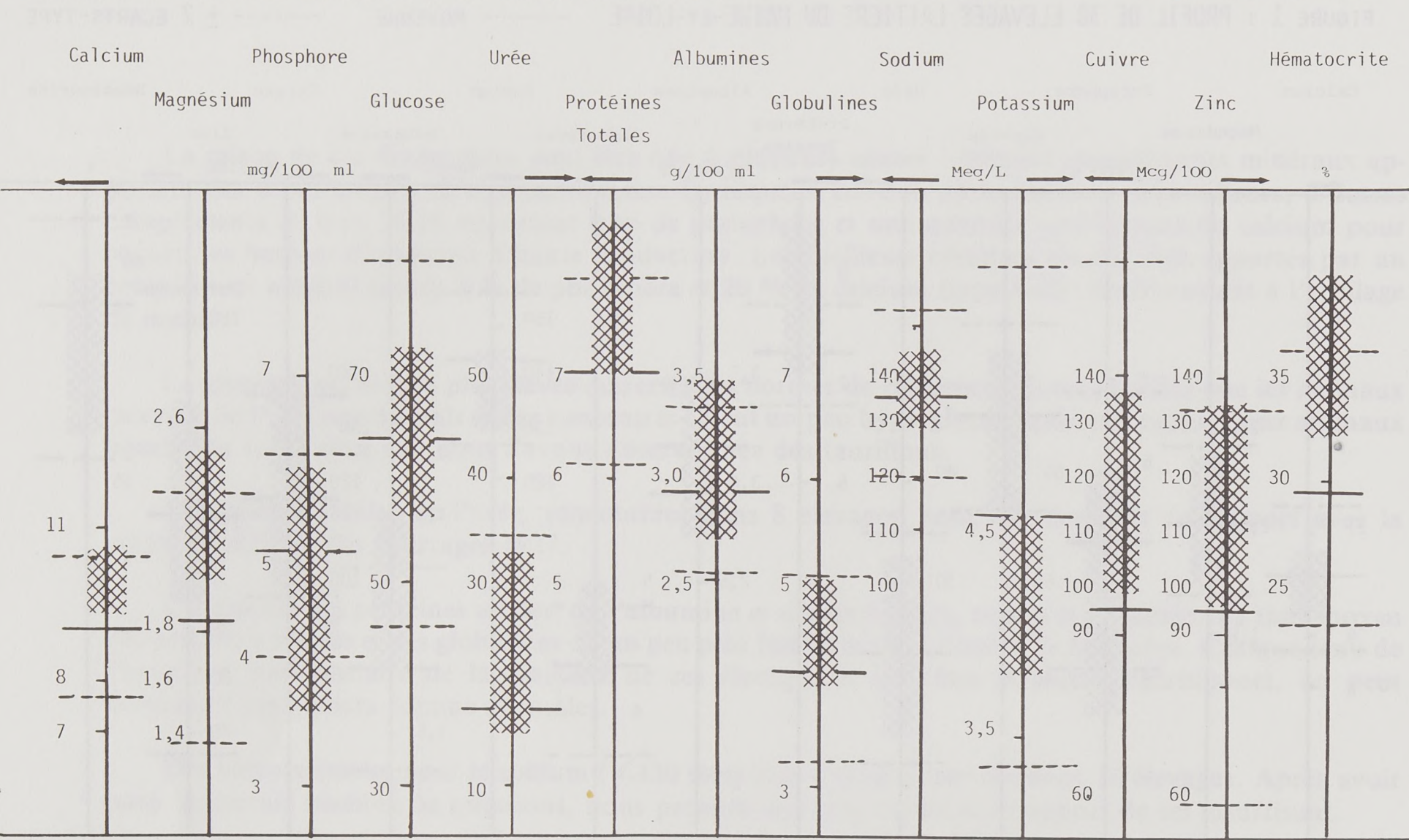
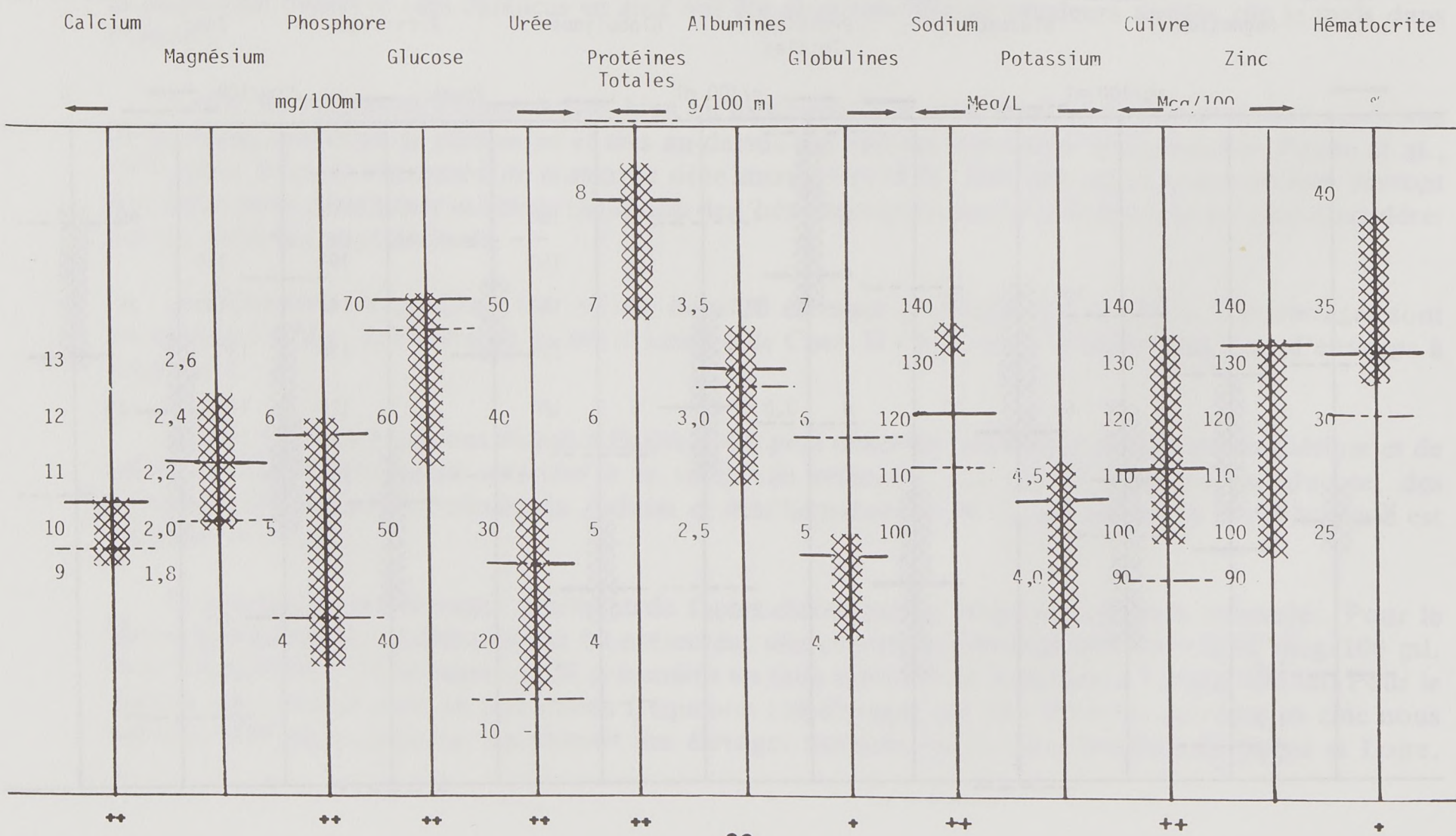


FIGURE 4 : EVOLUTION DU PROFIL MOYEN D'UN ELEVAGE LAITIER AVANT ET APRES CORRECTION MINERAL

——— JUIN 77 - - - - - SEPTEMBRE 77 + P < 1 % ++ P < 0,1



Les carences en cobalt sont très probables, à en juger par les analyses de fourrages effectuées par l'E.D.E. de l'Allier en 1975. Par ailleurs, dans 5 élevages présentant un taux faible de l'hématocrite, la distribution de comprimés de cobalt a eu pour effet de faire remonter significativement l'hématocrite.

En ce qui concerne l'énergie et l'azote, les apports nutritionnels sont très souvent insuffisants et peuvent entraîner des modifications importantes dans le profil. La carence azotée prolongée se traduit par une diminution de plus de 30 % du taux des protéines totales et de l'albumine (résultats dans 10 élevages).

Des hypocalcémies souvent importantes ont été observées dans 11 élevages. Celles-ci peuvent être dues à un apport insuffisant en calcium dans le cas de régimes à base d'ensilage de maïs, ou bien être la conséquence indirecte de la carence en magnésium.

Dans l'ensemble, les profils sont en accord avec les résultats des analyses de fourrages pratiquées dans cette région, lesquelles ont montré des taux faibles de magnésium, de cuivre, de sodium et de cobalt, qui sont insuffisants pour couvrir les besoins des vaches allaitantes. Cependant, il existe deux divergences. En premier lieu, d'après la teneur des fourrages et les normes alimentaires, le taux de phosphore serait insuffisant. Or, les taux plasmatiques de phosphore sont normaux ou élevés. La même observation peut être faite pour le zinc : les teneurs de fourrage sont considérées comme trop faibles et la zincémie est presque toujours normale. La cause de ces divergences reste à déterminer.

c) Dans le département de la Creuse, des profils ont été effectués dans 15 élevages : Charollais en majorité. Le profil moyen (figure 3) n'est pas très différent du précédent. On note la même carence en magnésium et en cuivre, alors que la valeur moyenne de la zincémie est beaucoup plus faible.

L'apport azoté est très insuffisant, à en juger par le taux faible de l'urémie. La valeur faible et souvent très faible de l'hématocrite permet de suspecter une carence en cobalt. Par rapport aux départements de la zone Charollaise, la carence en sodium est beaucoup moins fréquente.

II - UN EXEMPLE D'ACTION CONCERTÉE ET SUIVIE DANS LE TEMPS

Dans un élevage de 40 vaches laitières de la race Frisonne situé dans le Puy de Dôme, un profil de contrôle avait été effectué en juin 1977, ainsi que l'analyse des aliments de base (regain et ensilage d'herbe de prairies permanentes). Les résultats ont été assez convergents. Du point de vue de la valeur alimentaire, le regain présentait un taux faible de matières azotées. Les deux aliments étaient fortement carencés en sodium et en cuivre. Le calcium et le phosphore se trouvaient également à des taux plus faibles (tableau I) que les valeurs moyennes indiquées dans la littérature (I.N.R.A., 1978).

Le profil (Figure 4) indique une valeur faible du calcium, du phosphore, du magnésium, de l'urée, du sodium, du cuivre et de l'hématocrite. Le taux des protéines totales et des globulines est très élevé.

L'interprétation a été la suivante :

- apport insuffisant de magnésium, de phosphore et de matières azotées.
- carence en cuivre et en sodium.
- carence possible en cobalt.
- niveau infectieux élevé de l'élevage (taux très élevé des globulines, examen des animaux).

En tenant compte de l'ensemble des renseignements obtenus, l'éleveur a distribué aux animaux un complément minéral mieux approprié, mélangé à du sel marin.

D'autre part, les animaux ont reçu des comprimés de cobalt.

Un deuxième profil, effectué trois mois après le premier a montré une très nette amélioration : les valeurs du magnésium, du phosphore, de l'urée, des protéines, des globulines, du cuivre et de l'hématocrite sont passées dans la zone normale. Seule la natrémie, bien que significativement augmentée, reste encore un peu faible (Figure 4).

Corrélativement, l'état des animaux a été très nettement amélioré et en particulier les signes cliniques de la carence en cuivre ont disparu.

La production laitière, mesurée sur le même nombre d'animaux, pendant les 5 premiers mois de l'année, a été augmentée de plus de 10 % en 1978 par rapport à 1977.

Une deuxième étude, effectuée en collaboration avec l'Etablissement Départemental de l'Elevage de l'Allier et 8 éleveurs laitiers de ce département, a débuté en août 1977.

Le profil moyen montre que l'équilibre alimentaire est satisfaisant dans l'ensemble mais qu'il existe des carences en sodium (8 cas sur 8), des carences en cuivre (5 cas sur 8) et que l'hématocrite est faible dans tous les cas. Le taux de phosphore est un peu élevé.

Les éleveurs, après ce premier profil, ont distribué divers compléments minéraux commerciaux et des pierres à lécher ; les vétérinaires ont administré des boulettes de cobalt. Ceci a eu pour effet de normaliser le profil moyen. Les taux de phosphore, de sodium, de cuivre et de l'hématocrite sont situés dans la zone normale. Notons cependant que les valeurs du zinc et surtout du magnésium se sont abaissées (Figure 5).

Le tableau II indique le nombre d'anomalies rencontrées dans chaque élevage au cours du 1er et du 2ème profil. Dans l'élevage n°7, qui ne présentait plus d'anomalies en mars 78, l'éleveur avait distribué 200 g par jour d'un complément minéral contenant 16 % de calcium, 8 % de phosphore, 15 % de sel - 900 ppm de cuivre et 40 ppm de cobalt. Ceci a eu pour effet de faire passer la cuprémie de 80 à 130 mcg/100 ml et l'hématocrite de 27 % à 34 %.

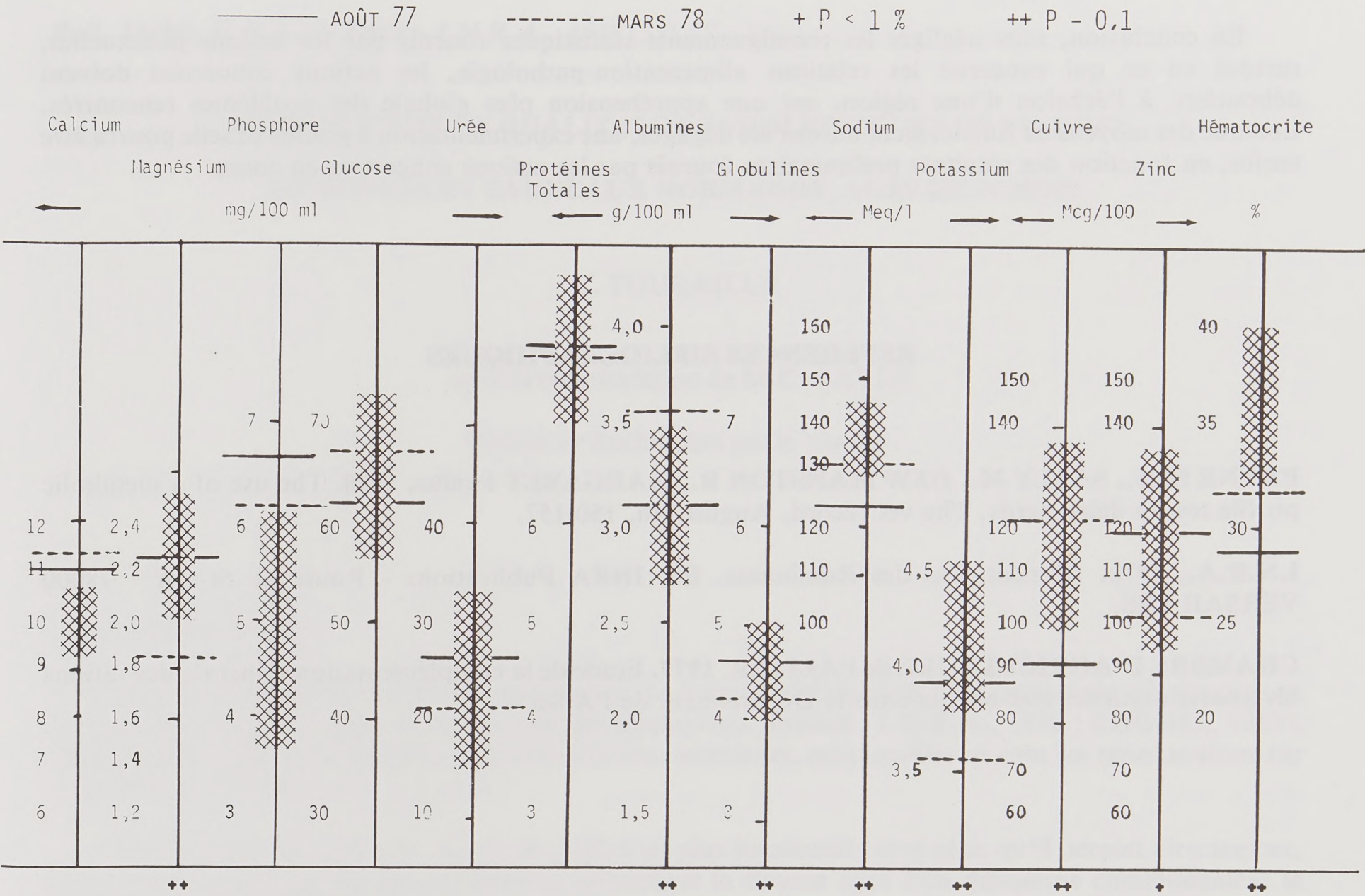
L'incidence de ces traitements sur la fécondité en 1977 et 1978 est en cours d'étude.

Ces résultats montrent d'une part qu'il existe un certain nombre de déséquilibres alimentaires, même dans de très bons élevages. Ceux-ci sont dus en partie au fait que la composition des aliments de base peut varier d'une manière importante, surtout en ce qui concerne les teneurs en matières azotées, en cuivre, en sodium et en magnésium. Un profil de contrôle, effectué à la rentrée à l'étable, permet de vérifier si les plans d'alimentation sont corrects.

Par ailleurs, nos résultats confirment ce que l'on savait déjà sur la nutrition de la vache allaitante : les cas de sous-nutrition azotée sont très fréquents, ils ont été observés surtout au printemps 1978. La supplémentation minérale n'est pratiquée que par la moitié des éleveurs, d'après les renseignements fournis par l'E.D.E. de l'Allier, 1977.

Il existe encore un travail important à faire pour améliorer cette nutrition minérale. Certains compléments minéraux n'apportent pas suffisamment de magnésium, de sodium et de cuivre pour couvrir les besoins des animaux, compte-tenu de la composition actuelle des aliments.

FIGURE 5:EVOLUTION DU PROFIL MOYEN DE 8 ELEVAGES LAITIERS DE L'ALLIER AVANT ET APRES CORRECTION ALIMENTAIRE



TABEAU 1 : RESULTATS DE L'ANALYSE DES FOURRAGES DE PRAIRIES PERMANENTES DE MONTAGNE ET COMPARAISON AVEC LES VALEURS MOYENNES DES TABLES INRA, 1978.

Fourrages Eléments	Regain		Ensilage d'herbe	
	Analyse	Tables	Analyse	Tables
M.A.T. g/kg M.S.	127	190	170	131
Calcium g/kg	5,1	11	4	6,5
Phosphore g/kg	2,7	4	2,8	3,5
Sodium g/kg	0,9	non indiqué	0,8	-
Cuivre PPM	2,9	7,5	2,8	-
Zinc PPM	29,6	23,7	28,1	-
Manganèse PPM	264	20	159	-

TABEAU II : NOMBRE D'ANOMALIES OBSERVEES DANS CHAQUE ELEVAGE AVANT (1) ET APRES (2) CORRECTION - ALLIER

1 - - - - - août 1977 Σ 1 29 P < 0,01
2 - - - - - mars 1978 Σ 2 12

Elevage Eléments	1		2		3		4		5		6		7		8	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Calcium																
Magnésium		-	-			-		-		-		-				
Phosphore				+		+		+		+				+		
Glucose																
Urée						+				+				-		
Protéines Totales																
Albumine																
Globulines																
Sodium	-	-	-		-		-		-		-		-		-	
Potassium																
Cuivre	-		-				-						-		-	
Zinc						-		-		-						-
Hématocrite	-		-		-		-		-		-		-		-	
	4	2	4	1	4	2	4	2	4	2	2	2	4	0	3	1

En conclusion, sans négliger les renseignements statistiques fournis par les actions ponctuelles, surtout en ce qui concerne les relations alimentation-pathologie, les actions concertées doivent déboucher, à l'échelon d'une région, sur une appréhension plus globale des problèmes rencontrés. Lorsque des moyens de financement auront été dégagés, une expérimentation à grande échelle pourra être tentée, en fonction des résultats préliminaires fournis par les actions concertées en cours.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

PAYNE H.H., SALLY M., DEW MANSTON R., MARGARET Faulks, 1970. The use of a metabolic profile test in dairy herds. The vet record, August 8th, 150-157.

I.N.R.A., 1978. Alimentation des Ruminants. Ed. INRA Publications - Route de St-Cyr - 78000 VERSAILLES.

CHAMBRE D'AGRICULTURE de l'ALLIER, 1977. Etude de la complémentation minérale des rations hivernales destinées aux bovins dans le Département de l'Allier.

COMPARAISON DE QUALITES ORGANOLEPTIQUES DE VIANDES DE BOEUFs ET TAUREAUX NORMANDS, AGES DE 24 MOIS

C. TOURAILLE

avec la collaboration de M.C. BAYLE

Station de Recherches sur la Viande

I - INTRODUCTION

La production de taurillons en substitution de boeufs traditionnels s'est largement développée au cours de ces dernières années (Commission des Recherches Bovines - I.N.R.A., 1976 ; RHODES, 1969). Cette transformation de la production offre certains avantages, mais quelles en sont les répercussions sur la qualité de la viande ainsi produite ?

Pour le consommateur les critères de qualité les plus importants sont ceux qu'il perçoit directement, c'est à dire l'aspect, la texture (tendreté et jutosité) et la flaveur (que l'on dénomme communément le "goût"). Le facteur le plus important étant sans aucun doute la tendreté. L'évaluation de la tendreté peut se faire soit directement grâce à un jury de dégustateurs, soit indirectement par des mesures mécaniques. Par contre seul un jury est à même d'apprécier la flaveur, aucune mesure instrumentale ne pouvant lui être substituée.

De nombreuses études portant sur la comparaison des qualités organoleptiques de boeufs et de taureaux ont été réalisées, mais elles portent sur des animaux de races et d'âges différents, sur divers muscles, et utilisent des techniques variées.

PRICE (1971), ainsi que MARTIN et al. (1971) constatent grâce à un jury que la viande de boeufs est plus tendre que celle provenant de taurillons ; mais les mesures de cisaillement effectuées au WARNER-BRATZLER n'indiquent pas toujours une force plus importante pour les taurillons. BAILEY et al. (1966), CHRYSTALL (1971), JOSEPH et CONNOLLY (1974), arrivent à la conclusion que la viande de boeuf est plus tendre, grâce à des mesures sensorielles et confirment ces résultats par des mesures mécaniques de cisaillement (WARNER BRATZLER) ou d'écrasement (VOLODKEWICH). Par contre en étudiant plusieurs muscles de taurillons de 10-14 mois et de boeufs de 30 mois, DUMONT et al. (1963) notent des différences de tendreté, mais celles-ci ne vont pas toutes dans le même sens suivant le muscle considéré.

La viande provenant de boeufs est donc en général trouvée plus tendre que celle de taureaux, on constate toutefois qu'il n'y a pas toujours accord entre les divers types d'évaluation de la tendreté.

De plus il est souvent difficile de transposer les résultats obtenus à l'étranger où les habitudes culinaires font que la viande est consommée plus ou moins cuite, ce qui modifie profondément ses propriétés et en particulier sa tendreté.

Dans cette étude nous avons comparé les caractéristiques organoleptiques de muscles prélevés sur des carcasses d'animaux Normands entiers et castrés, abattus à 24 mois.

D'une part un jury a évalué les trois principales caractéristiques sensorielles : tendreté, jutosité, flaveur ; d'autre part nous avons mesuré les caractéristiques mécaniques de la viande crue grâce à deux appareils l'un opérant par cisaillement l'autre par écrasement. L'évaluation sensorielle a été réalisée sur deux muscles de l'épaule : le Gros anconé (boule de Macreuse) et le Sous épineux (milieu de Paleron). Le Grand droit de l'abdomen (Bavette) et le Gros anconé étant utilisés pour les mesures mécaniques.

II - CONDITIONS EXPERIMENTALES

1 - Les animaux

12 animaux de race Normande, ayant fait l'objet d'une expérimentation du Laboratoire de la Production de Viande (NOCQUET 1977), 6 mâles entiers et 6 castrés (à l'âge de 13-14 mois) ont été abattus à l'âge de 24 mois, un boeuf et un taureau étant abattus en même temps. Le poids vif moyen des animaux était de 708 kg pour les mâles entiers et 633 kg pour les mâles castrés (Tableau I).

Trois muscles : Gros anconé (*Triceps brachii caput longum*), Grand droit de l'abdomen (*Rectus abdominis*) et Sous épineux (*Infra spinatus*), provenant de chaque demi-carcasse, ont été prélevés 24 h. post mortem, emballés sous vide et conservés à une température de + 2 °C, une moitié pendant 4 jours, l'autre moitié pendant 12 jours.

2 - Analyse sensorielle

Le Gros anconé était découpé en rôtis d'environ 1,3 kg, bardés de lard et cuits au four (280-300 °C) pendant un temps proportionnel au poids : 30 mn par kilogramme. Le Sous épineux était découpé en biftecks d'environ 1,5 cm d'épaisseur cuits sur une plaque chauffante de grande inertie (200-220 °C) pendant 2 minutes sur chaque face.

Le jury comprenait 10 juges appartenant au personnel du Laboratoire. A chaque séance les juges comparaient d'une part 4 échantillons de Gros anconé et d'autre part 4 échantillons de Sous épineux, provenant de chaque demi-carcasse d'un boeuf et d'un taureau. L'ordre des échantillons variait entre juges, et une moitié du jury dégustait le Gros anconé avant le Sous épineux et l'autre moitié l'inverse. Les juges ignoraient l'ordre de présentation et ne pouvaient pas reconnaître à l'aspect la provenance des échantillons.

Les deux muscles ont été dégustés après 12 jours de maturation, 6 couples pour le Gros anconé et 5 pour le Sous épineux. De plus 3 couples pour le Gros anconé et 2 pour le Sous épineux ont été testés après 4 jours de maturation. (Tableau I)

Le questionnaire comportait des échelles permettant de noter la tendreté, la jutosité et l'intensité de la flaveur. Les appréciations sont transformées en notes de 0 à 10 (10 : très tendre, très juteux, flaveur intense). De plus il était demandé aux juges de classer les 4 échantillons pour ces trois caractéristiques et de donner leur préférence par une note globale d'appréciation.

3 - Mesures mécaniques

Les deux muscles Gros anconé et Grand droit de l'abdomen ont été utilisés pour ces mesures, qui ont été réalisées sur la viande crue. (Tableau I)

a) *Cisaillement*

L'appareil de P. SALE a été utilisé (SALE, 1971). Les éprouvettes de viande d'un cm de largeur et d'épaisseur variable (comprise entre 0,3 et 1,3 cm) sont découpées parallèlement aux fibres musculaires.

Elles sont cisailées perpendiculairement aux fibres avec une vitesse constante de 4,4 mm/s. 15 à 20 sections sont effectuées pour chaque échantillon. La force maximum et le travail sont interpolés pour une épaisseur de 1 cm. Les deux paramètres retenus sont la force maximum (F_{cis}) et le travail (W_{cis}) correspondant à une épaisseur de 1 cm, soit une section de 1 cm^2 .

b) - *Ecrasement*

L'appareil utilisé permet d'effectuer un écrasement de l'éprouvette de viande entre deux poinçons de 1 cm^2 suivant un taux de déformation choisi à l'avance et indépendant de l'épaisseur initiale. Les éprouvettes sont découpées parallèlement aux fibres avec une section voisine de 1 cm^2 . La vitesse de déformation est de 1,5 mm/s et le taux maximum de déformation est de 90 % ; 12 mesures sont effectuées sur chaque échantillon. Les deux paramètres retenus sont la force F_{90} et le travail W_{90} correspondant à la déformation maximum (90 %).

III - RESULTATS

1 - Analyse sensorielle

Il est très difficile en analyse sensorielle d'obtenir des valeurs absolues, par contre les comparaisons simultanées permettent de mettre en évidence de faibles différences (AMERINE et al., 1965). C'est pourquoi nous ne considérerons que les couples d'animaux (boeufs, taureaux) abattus et dégustés en même temps.

Les résultats de l'analyse sensorielle ont été interprétés en utilisant deux tests statistiques.

- Pour les notes le seuil de signification des différences a été calculé grâce au test T par paire, en comparant les notes attribuées par un même juge aux échantillons d'un boeuf et d'un taureau provenant de chaque demi-carcasse.

- Le classement a été interprété par le test des signes (basé sur la loi binomiale), en comptant le nombre de juges ayant trouvé un échantillon de boeuf ou de taureau plus tendre, plus juteux ou avec une flaveur plus intense.

a) *4 jours de maturation*

Les résultats ne portent que sur les trois premiers couples d'animaux pour le Gros anconé et sur deux couples pour le Sous épineux. (tableau II).

Dans tous les cas le boeuf est jugé plus tendre, la différence n'étant significative que deux fois pour le Gros anconé et une fois pour le Sous épineux. En ce qui concerne la jutosité une seule différence est significative : pour le Gros anconé du premier couple, le boeuf est moins sec.

TABLEAU 1 : POIDS VIF DES ANIMAUX ET MESURES EFFECTUEES SUR CHAQUE DEMI CARCASSE.

Animaux				Mesures effectuées (x)							
				Mesures mécaniques				Analyse sensorielle			
Taureaux		Boeufs		Cisaillement : Fcis, Wcis Ecrasement : F 90, W 90				Tendreté Jutosité Intensité flaveur			
N°	Poids vif kg	N°	Poids vif kg	Grand droit de l'abdomen		Gros anconé				Sous épineux	
				4 j	12 j	4 j	12 j	4 j	12 j	4 j	12 j
1	620	2	583	x		x	x	x	x		
3	690	4	581	x	x	x	x	x	x	x	x
5	700	6	646	x	x	x	x	x	x	x	x
7	756	8	737	x	x	x	x		x		x
9	687	10	620	x	x	x	x		x		x
11	795	12	633	x	x	x	x		x		x

TABLEAU 2 : RESULTATS DE L'ANALYSE SENSORIELLE : MOYENNES DES NOTES.

Couples taureau, boeuf	Gros anconé 4 jours						Sous épineux 4 jours					
	ddl	Tendreté		Jutosité		Intensité de la flaveur	ddl	Tendreté		Jutosité		Intensité de la flaveur
		T	B	T	B	T B		T	B	T	B	T B
1-2	19	2,1	3,7	3,9	6,3	5,0 5,4						
3-4	17	2,5	2,9	6,4	6,2	5,0 5,1	9	4,2	4,4	7,0	6,2	6,1 6,2
5-6	19	3,2	4,1	5,0	5,4	5,4 5,8	19	4,8	6,4	6,6	6,0	6,0 5,9
1 à 6 regroupés	57	2,6	3,6	5,0	6,0	5,1 5,5	29	4,6	5,8	6,7	6,1	6,0 6,0
Couples taureau, boeuf	Gros anconé 12 jours						Sous épineux 12 jours					
	ddl	Tendreté		Jutosité		Intensité de la flaveur	ddl	Tendreté		Jutosité		Intensité de la flaveur
		T	B	T	B	T B		T	B	T	B	T B
1-2	15	4,1	6,7	5,8	7,0	5,6 5,9						
3-4	19	3,9	4,9	4,9	5,8	5,4 5,4	19	5,4	6,2	5,8	5,6	5,6 5,6
5-6	19	4,9	5,2	5,2	6,4	5,0 5,8	19	6,3	5,7	6,2	6,1	6,2 5,7
7-8	19	2,1	4,0	3,4	4,3	3,9 5,0	19	2,9	4,5	4,9	6,2	4,9 5,9
9-10	19	2,2	5,6	5,6	6,0	4,6 5,0	19	3,1	6,3	5,0	6,3	4,5 5,7
11-12	19	4,5	4,1	5,4	5,5	5,4 5,0	19	4,4	5,8	6,0	6,1	5,6 5,7
1 à 12 regroupés	115	3,6	5,0	5,0	5,8	4,9 5,3	99	4,4	5,7	5,6	6,0	5,3 5,7

Test T par paire significatif à :

* 5 %
** 1 %
*** 0,1 %

T = taureaux B = boeufs

Notes
0 très dur 10 très tendre
0 très sec 10 très juteux
0 flaveur faible 10 flaveur intense

TABLEAU 3 : INTERPRETATION DU CLASSEMENT - TEST DES SIGNES (TEST BILATERAL)

Couples	Gros anconé 4 j						Sous épineux 4 j					
	Tendreté		Jutosité		Intensité flaveur		Tendreté		Jutosité		Intensité flaveur	
	T	B	T	B	T	B	T	B	T	B	T	B
1-2	5	14	3	17	8	12						
3-4	4	14	6	12	7	11	5	5	4	6	2	8
5-6	6	14	8	12	6	14	2	18	11	9	11	9
Total	15	42	17	41	21	37	7	23	15	15	13	17
Couples	Gros anconé 12 j						Sous épineux 12 j					
	Tendreté		Jutosité		Intensité flaveur		Tendreté		Jutosité		Intensité flaveur	
	T	B	T	B	T	B	T	B	T	B	T	B
1-2	1	15	2	14	8	8						
3-4	8	12	5	15	9	11	7	13	13	7	9	11
5-6	10	10	5	15	5	15	12	8	8	12	10	10
7-8	4	16	6	14	5	15	6	14	4	16	6	13
9-10	1	19	8	12	6	14	1	19	5	15	4	15
11-12	10	10	9	11	13	7	8	12	9	11	10	10
Total	34	82	35	81	46	70	34	66	39	61	39	59

Nombre de juges ayant trouvé le taureau ou le boeuf plus tendre, plus juteux, avec une flaveur plus intense

T = taureau B = boeuf

Test des signes significatif à :

* 5 %
** 1 %
*** 0,1 %

Globalement, en regroupant les résultats on obtient des différences significatives pour la tendreté et la jutosité : le boeuf est jugé plus tendre pour les deux muscles, par contre, il est jugé moins sec pour le Gros anconé mais plus sec pour le Sous épineux.

L'interprétation du classement par le test des signes conduit à des résultats similaires bien que légèrement différents en ce qui concerne le seuil de signification (Tableau III). Les différences sont significatives pour les trois critères dans le cas du Gros anconé mais ne le sont que pour la tendreté dans le cas du Sous épineux. Les différences sont toujours en faveur du boeuf qui est jugé plus tendre, moins sec et avec une saveur plus intense.

Les tests sensoriels à 4 jours de maturation n'ont pas été poursuivis, la viande se révélant encore très ferme.

b) - 12 jours de maturation

On dispose des résultats de 6 couples pour le Gros anconé et de 5 pour le Sous épineux. (Tableau II).

- Pour le Gros anconé : dans 5 cas sur 6 le taureau est plus dur, cette différence étant significative 3 fois. En ce qui concerne la jutosité le taureau est toujours jugé plus sec mais la différence n'est significative que 2 fois ; enfin pour la saveur la différence est 5 fois en faveur du boeuf, mais n'est significative qu'une fois. Globalement, le test T comme le test des signes (Tableau III) conduisent à des différences significatives pour les trois critères.

- Pour le Sous épineux : le boeuf est jugé plus tendre 4 fois sur 5 et la différence est significative 3 fois, il est jugé moins sec 3 fois dont 2 significatives ; de même la saveur est jugée plus intense pour le boeuf. Le test des signes révèle aussi des différences significatives principalement marquées pour la tendreté.

On peut donc conclure qu'il existe des différences nettes entre les caractéristiques sensorielles de viande de boeufs et de taureaux. Les boeufs sont nettement plus tendres, moins secs, et possèdent une saveur plus intense que les taureaux. Cette différence est sensible après 4 jours et 12 jours de maturation sur les deux muscles étudiés.

2 - Mesures mécaniques

a) Corrélations entre les quatre paramètres

Pour voir si les quatre paramètres mécaniques ne correspondent pas à une même caractéristique, nous avons calculé les coefficients de corrélation entre paramètres sur l'ensemble des échantillons (92 mesures).

On constate que les valeurs de ces coefficients ne sont pas très élevées (de 0,1 pour la corrélation F_{cis} - W_{90} à 0,6 pour F_{90} - W_{90}). Ceci montre bien que les paramètres retenus mesurent différentes caractéristiques de la résistance de la viande.

b) Comparaison boeufs-taureaux

Le tableau IV résume les valeurs des quatre paramètres considérés, pour les deux muscles (Gros Anconé, Grand droit de l'abdomen) et les deux durées de maturation (4 jours, 12 jours).

On constate que les variations sont importantes quel que soit le paramètre, les coefficients de variation étant de l'ordre de 30 %. Le test T, de la comparaison boeuf-taureau, effectué sur les moyennes des 12 mesures n'est jamais significatif.

Dans le cas du Gros anconé les moyennes sont plus fortes pour les taureaux après 4 jours de maturation, mais à 12 jours tous les paramètres sont plus élevés pour les boeufs.

Pour le Grand droit de l'abdomen W_{cis} , F_{90} et W_{90} sont plus élevés pour les taureaux à 4 jours. A 12 jours, toutes les moyennes sont plus fortes pour les taureaux. Cependant les différences restent toujours faibles et il n'est pas possible au vu de ces résultats de conclure à une différence significative entre boeufs et taureaux, quels que soient la mesure mécanique et le paramètre considéré.

IV - DISCUSSION - CONCLUSION

Les résultats de l'analyse sensorielle permettent de conclure qu'il existe de nettes différences de qualités organoleptiques entre boeufs et taureaux du même âge, pour les deux muscles étudiés. Globalement les boeufs sont jugés plus tendres moins secs et avec une flaveur plus intense que les taureaux ; ceci après 4 jours et après 12 jours de maturation, sur le Gros anconé et le Sous épineux. Les différences de tendreté sont très marquées et hautement significatives.

Les variations de jutosité enregistrées sont en accord avec les pertes de poids mesurées à la cuisson sur les rôtis. Celles-ci sont légèrement supérieures avec la viande de taureaux (18 % contre 17 % pour la viande de boeuf) bien que la différence ne soit pas significative.

Ces différences de caractéristiques sensorielles conduisent les membres du jury à préférer nettement la viande provenant des animaux castrés. Sur 16 comparaisons effectuées 9 conduisent à des différences significatives et les boeufs sont toujours préférés aux taureaux.

Les mesures mécaniques par contre ne permettent pas de mettre en évidence de différences significatives entre mâles entiers et castrés, sur aucun des paramètres considérés. Cependant on constate une légère tendance à ce que la viande provenant de taureaux présente une plus grande résistance mécanique.

Pourquoi ne constate-t-on pas un meilleur accord entre les résultats de l'analyse sensorielle et des mesures mécaniques ?

Seul le muscle Gros anconé ayant été utilisé à la fois pour les mesures sensorielles et instrumentales, analysons couple par couple comment se relient les résultats des deux types de mesures. Le tableau V résume d'une part les différences de tendreté constatées par le jury, d'autre part la comparaison boeuf-taureaux pour les 4 paramètres mécaniques.

A 4 jours on constate une bonne concordance : lorsque le boeuf est significativement plus tendre, le taureau conduit à une résistance mécanique plus élevée. A 12 jours par contre il n'y a plus accord entre les deux types d'évaluation de la tendreté. On constate une sorte de décalage entre les mesures mécaniques et l'évaluation sensorielle, le jury trouvant les boeufs plus tendres que ne le laisseraient prévoir les mesures mécaniques.

On peut discuter le choix des mesures mécaniques et le fait qu'elles soient réalisées sur la viande crue. Une autre étude (publication en cours) a montré que les forces et travaux de cisaillement et d'écrasement sont bien reliés à l'impression de tendreté : les coefficients de corrélation obtenus sur plus de 250

TABLEAU 4 : MOYENNES DES PARAMETRES MECANQUES ET TEST T SUR LES MOYENNES

	Gros anconé 4 jours									Grand droit de l'abdomen 4 jours							
	Fcis		Wcis		F 90		W 90			Fcis		Wcis		F 90		W 90	
	T	B	T	B	T	B	T	B		T	B	T	B	T	B	T	B
Moyennes	4,81	4,65	1,28	1,19	11,83	11,56	5,44	4,48		3,85	3,93	1,44	1,31	12,20	10,46	6,15	5,28
Ecart type	1,29	1,40	0,36	0,36	4,08	2,40	1,57	1,09		1,22	1,01	0,29	0,25	3,29	2,02	1,64	1,31
t 22 ddl	0,295 NS		0,612 NS		0,201 NS		1,741 NS		t 22 ddl	- 0,176 NS		1,109 NS		1,563 NS		1,436 NS	
	Gros anconé 12 jours									Grand droit de l'abdomen 12 jours							
	Fcis		Wcis		F 90		W 90			Fcis		Wcis		F 90		W 90	
	T	B	T	B	T	B	T	B		T	B	T	B	T	B	T	B
Moyennes	4,78	5,14	1,15	1,24	11,87	14,07	4,12	4,26		3,46	3,11	1,16	1,10	10,24	10,10	4,55	4,01
Ecart type	0,75	0,79	0,22	0,22	2,76	3,64	1,13	1,39		0,59	0,67	0,26	0,39	1,55	1,47	1,16	1,27
t 22 ddl	- 1,132 NS		- 0,978 NS		- 1,648 NS		- 0,277 NS		t 18 ddl	1,235 NS		0,422 NS		0,207 NS		0,980 NS	

Les forces (Fcis, F 90) sont exprimées en deca Newtons
Les travaux (Wcis, W 90) en deci joules.

T : Taureau
NS : non significatif

B : Boeuf

TABLEAU 5 : COMPARAISON DES RESULTATS DES MESURES MECANQUES ET DE L'EVALUATION SENSORIELLE DE LA TENDRETE.

	Analyse sensorielle		Mesures mécaniques			
Couples	% de juges ayant trouvé le boeuf plus tendre	Test T sur les notes de tendreté	Fcis	Wcis	F 90	W 90
4 jours						
1-2	74 %	*	T ***	T ***	NS	T ***
3-4	78 %	NS	B *	B **	T *	T ***
5-6	70 %	*	T ***	T *	T *	NS
12 jours						
1-2	94 %	***	NS	NS	NS	NS
3-4	60 %	NS	NS	B *	B *	NS
5-6	50 %	NS	NS	B ***	NS	B *
7-8	80 %	**	NS	NS	NS	T ***
9-10	95 %	***	NS	NS	NS	NS
11-12	50 %	NS	B ***	B ***	B ***	B ***

Mesures mécaniques : si la différence est significative (Test T) c'est l'échantillon présentant les valeurs plus fortes, donc plus résistant, qui figure.
B = boeuf T = taureau

échantillons sont de l'ordre de 0,8 pour les forces et 0,7 pour les travaux. Toutefois ces résultats ont été obtenus sur de nombreux muscles présentant une large gamme de tendreté. Dans le cas présent, où la comparaison porte sur un même muscle provenant de divers animaux, l'hétérogénéité du muscle et la variabilité entre animaux peut masquer les différences.

On peut penser que la différence de tendreté constatée n'est pas due au milieu conjonctif, sinon on devrait observer une différence de force de cisaillement que l'on sait être bien reliée à la teneur en collagène (KOPP 1976).

En conclusion il faut rappeler que la plus grande prudence s'impose pour interpréter les résultats des mesures mécaniques lorsque les différences observées sont faibles. Et si ces mesures restent de très bonnes évaluations globales de la tendreté il est indispensable de confirmer leur validité par des mesures sensorielles.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AMERINE M.A., PANGBORN R.M., ROESSLER E.B., 1965. Principles of sensory evaluation of food. Academic Press N.Y. LONDON.

BAILLEY C.M., PROBERT C.L., RICHARDSON P., BOHMAN V.R. and CHANCERELLE J., 1966. J. Anim. Sci., 25, 509.

CHRYSTALL B.B., 1971. Proc. 17e European Meat Research Workers Meeting, BRISTOL, ENGLAND.

Commission des Recherches Bovines I.N.R.A., 1976. Bull. Tech. C.R.Z.V. THEIX - I.N.R.A., 24, 5.

DUMONT B.L., BOCCARD R., RENOU Y. et CHARPENTIER, 1963. Lab. Recherches Viande I.N.R.A., Bull. Tech. n°1.

KOPP J., 1976. Bull. Tech. C.R.Z.V. THEIX - I.N.R.A., 24, 37.

JOSEPH R.L., CONNOLY J., 1974. Ir. J. Agric. Res., 13, 307.

PRICE M.A., 1971. J. Agric. Sci. Camb., 77, 325.

MARTIN A.H., FREDEEN H.T. and WEISS G.M., 1971. J. Fd Sci., 36, 619.

NOCQUET J., 1977. Mémoire de fin d'études E.N.S.A. Rennes.

RHODES D.N. (Editeur), 1969. Meat Production from entire Male animals J. and A. CHURCHILL - LONDON.

SALE P., 1971. Bull. Tech. C.R.Z.V. THEIX - I.N.R.A., 6, 35.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tous les membres du jury qui ont participé aux dégustations et sans qui ce travail n'aurait pu être réalisé.

INFLUENCE D'UNE ALIMENTATION RICHE EN CRUCIFERES SUR L'ETAT SANITAIRE ET LES PERFORMANCES DES RUMINANTS

Etude bibliographique de l'activité antithyroïdienne

R. GIOVANNI

Station de Recherches Zootechniques
65, rue de St-Brieuc 35042 RENNES Cédex

Dans une première partie (bulletin technique n°32) il a été traité de l'anémie hémolytique provoquée par une utilisation trop importante de crucifères fourragères dans la ration des différents ruminants. Ce type d'anémie avec ou sans crise d'hémoglobinurie survient chaque année dans un certain nombre d'élevages laitiers de l'Ouest lors du pâturage de choux ou d'une distribution trop généreuse de ce fourrage dans la ration. Cette intoxication, longtemps attribuée à des causes diverses, est maintenant mieux connue grâce à l'isolement du composé soufré responsable, la S - Méthyl Cystéine Sulfoxide, encore appelée S - MCS (SMITH, 1974). Les conséquences de l'anémie peuvent être graves tant sur le plan sanitaire que pour le maintien ou la reprise du niveau de production des laitières ; mais la plupart du temps, les animaux ne sont pas sévèrement atteints et les troubles restent diffus. Compte-tenu de la faculté d'adaptation et de récupération de l'organisme, l'anémie n'est pas souvent tenue pour responsable des troubles de la croissance et de la reproduction. Ceux-ci sont le plus souvent attribués aux facteurs antithyroïdiens, dont l'influence se développe simultanément à celle du facteur anémiant. Dans cette seconde partie, nous verrons quels peuvent être les effets particuliers des facteurs antithyroïdiens provenant de certains composés soufrés des crucifères en vert.

I - LES SUBSTANCES GOITRIGENES DES CRUCIFERES FOURRAGERES

Les plantes du genre Brassica (choux, colza, navette, moutarde, navets et rutabagas) contiennent des glucosinolates, encore appelés thioglucosides. Après hydrolyse enzymatique (myrosinase), ces thioglucosides donnent naissance à trois groupes de composés goitrigènes :

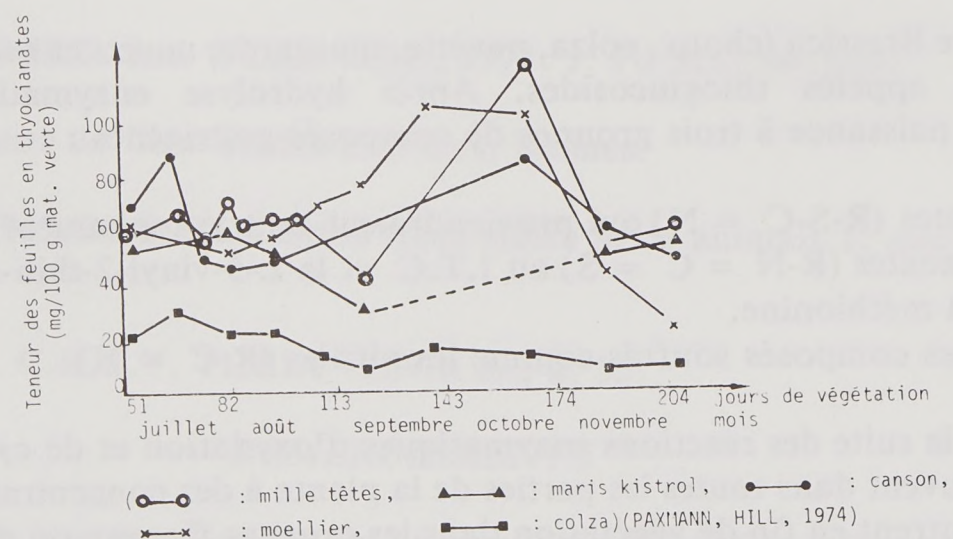
- 1 - les thiocyanates ($R-S-C \equiv N$) qui proviendraient du tryptophane
- 2 - les isothiocyanates ($R-N \equiv C-S$) ou I.T.C. et la L-5-vinyl-2-thio-oxazolidone ou V.T.O., qui proviendraient de la méthionine.
- 3 - certains autres composés soufrés comme les nitriles ($R-C \equiv N$)

Devenues actives à la suite des réactions enzymatiques d'oxydation et de cyclisation, les substances antithyroïdiennes se trouvent dans toutes les parties de la plante à des concentrations très variables mais les plus élevées se rencontrent en fin de végétation dans les organes floraux ou dans la graine elle-même (ITC-VTO : 10 à 12 ‰ en moyenne) (RENARD, 1974).

Les crucifères, à un stade végétatif utilisable par l'animal, ne contiennent en moyenne que 1 ‰ ITC-VTO par rapport à la matière sèche. Cette teneur peut varier avec l'espèce, l'âge de la plante, la taille et l'âge des feuilles (Paxmann et Hill, 1974). De juillet à décembre, soit entre 50 et 200 jours de végétation, les teneurs en ITC-VTO ont tendance à évoluer en deux phases : une première phase de stagnation est observée en été et une seconde phase, plus active, apparaît pendant la phase du développement automnal des plantes. Alors que les variations des teneurs en ITC-VTO des choux sont notables, celles des colzas fourragers restent plus stables et inférieures (figure 1). Par ailleurs, les jeunes feuilles contiennent de 40 à 60 mg SCN-/100 g de matière verte tandis que les feuilles intermédiaires et âgées n'en contiennent respectivement que 2 à 3 fois moins. Compte-benu de la composition en vert des feuilles des variétés britanniques étudiées (5, 10 et 80 p.100 en feuilles jeunes, intermédiaires et âgées), la teneur moyenne en ITC-VTO des feuilles consommables serait ainsi voisine de 13,5 mg/100 g de matière verte, soit 1 ‰ de la matière sèche (Paxmann et Hill, 1974). Les tiges, elles-mêmes bien consommées, ont une teneur en glucosinolates voisine de celles de feuilles âgées. Toutefois, les différences les plus sensibles apparaissent entre types et variétés de crucifères. De plus, il est certain que les conditions de végétation de l'année sont responsables des variations de concentration en ITC-VTO, dues à l'activité des synthèses cellulaires et aux migrations plus ou moins intenses de ces substances entre les différentes parties de la plante, y compris les racines.

Dans l'état actuel des données, selon les observations anglaises ou suédoises, la teneur en ITC-VTO des crucifères pourrait varier en moyenne de 1 à 3 ‰ de la matière sèche dans les périodes les plus favorables au développement rapide des plantes. Dans ces conditions, un kg de matière sèche de crucifères, et de choux fourrager en particulier, serait équivalent en facteurs goitrigènes à une quantité de 100 à 300 g de tourteau de colza selon la teneur respective en ITC-VTO du tourteau et des crucifères en vert. En réalité, on ne peut attacher qu'une valeur relative à cette équivalence car le matériel végétal, britannique ou suédois, est différent du nôtre, ainsi que les conditions de végétation, notamment d'automne et d'hiver, telles que la durée du jour, l'ensoleillement et la température. On ne sait pas en particulier quelle peut être l'influence des gelées ou des périodes de redoux qui se manifestent souvent en France, principalement dans les zones favorables aux crucifères fourragères.

FIGURE 1 : TENEUR EN THIOCYANATES DES FEUILLES DE PLUSIEURS TYPES DE CHOUX ET DE COLZA FOURRAGERS EN FONCTION DE L'AGE DES PLANTES.



II - HYPOTHYROIDIE DUE AUX I.T.C. - V.T.O. ET EFFETS BIOLOGIQUES DES HORMONES THYROIDIENNES

A la suite des travaux de VIRTANEN (1959), on a longtemps pensé que les composés soufrés des crucifères dont l'activité goitrigène avait été mise en évidence chez le lapin (CHESNEY, 1929 ; WRIGHT, 1958), étaient suffisamment dégradés dans le rumen et que, de ce fait, les ruminants devaient rester assez peu sensibles aux effets antithyroïdiens de ces substances. Certains accidents de la reproduction ou des goîtres d'agneaux à la naissance étaient cependant signalés dès 1954 dans des troupeaux d'ovins pâturant des crucifères. Par la suite, les nombreuses études de l'utilisation du tourteau de colza ont montré les limites de son introduction dans l'alimentation des monogastriques comme des ruminants, en raison de la présence dans la graine des isothiocyanates (ITC) et de la vinyl-thio-oxazolidone, ou goitrine à l'état actif. Effectivement dégradés dans le rumen, mais à des degrés variables avec certains composants de la ration (KURYL, 1972), les thioglucosides une fois passés dans le sang n'en conservent pas moins une activité suffisante pour entraîner un dysfonctionnement de la thyroïde dont les conséquences peuvent être préjudiciables au jeune, parfois même à l'adulte, la femelle cyclée en particulier.

L'action goitrigène des thiocyanates, isothiocyanates et de la V.T.O. en particulier est bien connue. L'ion SCN^- se comporte d'abord comme un compétiteur de l'iode lors de sa captation dans le sang par les cellules thyroïdiennes, créant ainsi une carence d'apport. Par la suite, lors de la synthèse des précurseurs hormonaux, monoiodotyrosine (MIT) et diiodotyrosine (DIT), qui précèdent la formation de la thyroxine (T_4) et de la triiodothyronine (T_3), ces mêmes substances et la V.T.O. en particulier inhibent en partie la formation de D.I.T. à partir de M.I.T. et entraînent ainsi une diminution des hormones circulantes T_4 et T_3 . De plus, l'iode stocké peut être évacué de la thyroïde sous l'effet compétiteur des ions SCN^- , ce qui entraîne une réduction des possibilités de synthèse hormonale. En dernier lieu, certains auteurs avancent que la thyroxine sécrétée dans ces conditions pourrait être moins active au niveau de ses cibles privilégiées (mitochondries) et que la libération de T_3 à partir de T_4 en serait ralentie (PONIKIEWSKA et PYSKA, 1977). Parallèlement la diminution de la teneur plasmatique en T_3 T_4 provoque une sécrétion accrue de l'hormone hypothalamique TRH, elle-même stimulante de la thyrostimuline hormone (TSH) qui favorise l'hyperplasie des cellules sécrétrices de la thyroïde et la vascularisation de la glande. Ainsi, le potentiel sécrétoire de la thyroïde peut être, en partie ou en totalité, compensé par l'hyperplasie et l'hyperactivité des cellules sécrétrices, notamment chez l'adulte ; mais le degré de compensation dépend de l'agent goitrigène : avec les isothiocyanates et la goitrine, la synthèse hormonale n'est que ralentie (et parfois compensée en partie, grâce à un apport d'iode supplémentaire) tandis qu'avec d'autres goitrigènes plus actifs comme les nitriles ou le thiouracyl, la synthèse de MIT et DIT est bloquée et l'équilibre hormonal de l'individu n'est rétabli qu'à l'aide d'administration d'hormones thyroïdiennes.

Il est nécessaire de rappeler brièvement les effets biologiques des hormones T_3 et T_4 . Elles interviennent dans la thermorégulation et tendent à augmenter la consommation d'oxygène par les tissus avec élévation du métabolisme de base. La morphogénèse et la croissance en dépendent aussi directement T_4 activant les cartilages de conjugaison et la formation des points d'ossification. Par ailleurs, les hormones thyroïdiennes augmentent les synthèses protéiques, l'absorption intestinale et l'utilisation cellulaire du glucose ; T_4 favorise la synthèse du cholestérol, mais elle est cependant hypocholestérolémiant car elle accroît son excrétion en plus forte proportion. La mobilisation des triglycérides du tissu adipeux est aussi augmentée par la thyroxine. Les hormones thyroïdiennes ont d'autres effets sur l'activité cérébrale, la contractilité musculaire, le péristaltisme intestinal, l'absorption intestinale du calcium et la calciurie. Chez le jeune, T_4 permet la différenciation de certaines régions du cortex cérébral et la maturation du cervelet. La thyroïde du fœtus étant fonctionnelle bien avant la naissance (3 à 5 mois selon les espèces domestiques), le jeune peut subir très tôt les conséquences d'une hypothyroïdie due au régime alimentaire de la mère.

III - ACTIVITE GOITRIGENE DES CRUCIFERES, ETAT SANITAIRE ET CROISSANCE DES JEUNES

1 - Le jeune à la naissance

L'hypothyroïdie du nouveau-né se manifeste soit par la présence d'un goître, soit par un manque de vitalité et d'ardeur à téter, ce qui est le cas généralement observé par les différents auteurs anglais ou néo-zélandais : cet état de santé déficient, sans que les jeunes soient vraiment malades, ne facilite pas leur adaptation au milieu et les rend moins résistants aux premières infections microbiennes ; ainsi, le taux de mortalité est plus élevé chez les jeunes dont les mères ont consommé des crucifères pendant la gestation (SINCLAIR, ANDREWS, 1954 ; WRIGHT, SINCLAIR, 1958 ; BRICE, JARDON, 1976). La thyroïde des agneaux morts-nés ou morts dans les premiers dix jours avant la naissance, est la plupart du temps plus lourde que celle des témoins. En revanche, le poids des agneaux à la naissance ne semble pas très affecté notamment pour les agneaux simples (tableau I). On peut remarquer ici, qu'avec les choux fourragers, les résultats de mortalité très précoce vont dans le même sens que ceux observés lors de l'utilisation de tourteau de colza. Le manque de vitalité à la naissance et un taux de mortalité élevé dans les exploitations utilisant des crucifères ont été remarqués certaines années par les praticiens de l'Ouest, des bords de Loire ou de la région Poitou-Charentes. On les observe notamment dans les troupeaux d'ovins et de caprins, moins souvent chez les bovins, la ration des vaches étant généralement plus variée, donc moins riche en crucifères. Il arrive cependant que de jeunes veaux, faibles à la naissance, meurent sans être apparemment malades, particulièrement si la mère a reçu un régime à base d'ensilage de maïs et de chou fourrager. Dans ces différents cas, les véritables causes peuvent être nombreuses et tenir, entre autres, à une carence d'apport (oligoéléments du maïs) et à une carence d'utilisation de l'iode alimentaire. Un apport d'iode supplémentaire à la femelle gestante permet de réduire les pertes à la naissance (BLOOD et ANDERSON, 1961 - PLANT, 1976), surtout dans les situations où l'anémie des mères est restée faible et sans conséquence pour le jeune à la naissance.

2 - Qualité du lait et croissance des jeunes

Une fois passé le cap de la naissance, la croissance des jeunes, goitreux ou non, est assez souvent voisine de celle d'animaux nés de mères recevant un régime sans crucifères (SINCLAIR, ANDREWS, 1954, 1958). Si des différences de gain de poids vif apparaissent cependant, elles ne sont généralement pas significatives, qu'elles soient obtenues à partir du chou fourrager ou du tourteau de colza (tableau I). Les données sont néanmoins peu nombreuses sur ce sujet et l'on ne sait que peu de choses sur l'influence de la qualité du lait maternel. Dès 1958, WRIGHT observait une concentration en thiocyanates plus élevée dans le lait de chèvres en régime choux (4,6 mg au lieu de 0,8 mg/100 ml au pâturage).

Chez la vache laitière, PIIRONEN et VIRTANEN (1963) ont montré qu'une administration de 1,5 à 3,0 g de thiocyanates par jour diminuait la teneur en iode du lait, mais en augmentait considérablement sa teneur en thiocyanates (5 à 8 mg/l chez les vaches recevant 30 kg de chou au lieu de 2 mg/l chez les témoins). La teneur du sang en ion SCN⁻ varie en effet selon les quantités ingérées de tioglucosides (IWARSSON, EKMAN, 1974) (tableau II). Les résultats polonais récents, obtenus avec plusieurs types de crucifères tendent à confirmer que la concentration en thiocyanates est augmentée de 3 à 4 fois dans le plasma et de 2 fois dans le lait ; la concentration en iode du plasma ne semblerait pas très affectée, mais celle du lait serait abaissée de 25 à 40 p.100 (PYSKA et BOBECK, 1975-1976) (tableau II). Selon ces auteurs, et en accord avec des données plus anciennes (GARNER et SANSOM, 1960 ; GRANT, 1961 cités par MILLER, 1965), les thiocyanates inhibent l'utilisation de l'iode par la glande mammaire ou se substituent à l'iode lors des synthèses mammaires, comme ils le font au niveau thyroïdien.

Quant à la goitrine, VIRTANEN (1958) a bien mis en évidence son transfert dans le lait, ainsi que celui de substances voisines dérivant de la goitrine après réduction dans le rumen ; cependant, la quantité

TABLEAU 1 : INFLUENCE DES GLUCOSINOLATES DU REGIME DE LA MERE SUR LE JEUNE A LA NAISSANCE ET LE GAIN DE POIDS VIF ULTERIEUR.

A - GLUCOSINOLATES DU TOURTEAU DE COLZA

Auteurs	Paramètres	Tourteaux		
		de lin	de colza normal	de colza toasté
GRENET (1970)	Nombre de brebis	33	33	33
	Agneaux nés vivants	38	39	41
	Mortalité 1ère semaine	7	15	14
	Poids à la naissance (kg)	3,64 ± 0,54	3,09 ± 0,76	3,18 ± 0,81
THERIEZ et al (1971)	Agneaux nés vivants	2,83 ± 0,51	2,62 ± 0,67	2,61 ± 0,75
	Poids des agneaux à la naissance (kg)	3,64 ± 0,54	3,09 ± 0,76	3,18 ± 0,81
	Poids des agneaux à la naissance (kg)	2,83 ± 0,51	2,62 ± 0,67	2,61 ± 0,75
	Poids des agneaux à la naissance (kg)	2,83 ± 0,51	2,62 ± 0,67	2,61 ± 0,75
GAWECKI, PONIKIEWSKA (1976)	Agneaux nés vivants	211	176	203
	Poids des agneaux à la naissance (kg)	145	147	166
	Poids des agneaux à la naissance (kg)	145	147	166
	Poids des agneaux à la naissance (kg)	145	147	166

B - GLUCOSINOLATES DES CHOUX FOURRAGERS

Auteurs	Paramètres	Régime témoin	Choux	Choux + Iode
SINCLAIR, ANDREWS (1954)	Brebis (lutte/gestation)	20/18	20/16	20/18
	Agneaux nés vivants	25	23	23
	Agneaux goitreux	3	17	0
	Poids de la thyroïde (g)	2,0 - 5,0	7,0 - 25,0	2,0 - 3,0
BRICE, JARDON (1976)	Poids à la naissance (kg)	4,6	4,1	-
	Poids à la naissance (kg)	3,7	3,6	4,3
	Poids à la naissance (kg)	3,7	3,6	4,3
	Poids à la naissance (kg)	3,7	3,6	4,3
WRIGHT, SINCLAIR(1959)	Brebis en gestation/lactation	19	20	20
	Agneaux nés vivants	26	23	29
	Mortalité à la naissance	1	9	4
	Poids des thyroïdes (g)	0,6 - 1,0	1,4 - 4,0	1,0 - 2,6
WRIGHT, SINCLAIR(1959)	Poids des thyroïdes (g)	4,54	4,60	4,6
	Poids des thyroïdes (g)	4,39	3,84	4,0
	Poids des thyroïdes (g)	4,39	3,84	4,0
	Poids des thyroïdes (g)	4,39	3,84	4,0

TABLEAU 2

A - INFLUENCE DE LA QUANTITE INGEREE DE TOURTEAU DE COLZA SUR LA CONCENTRATION EN THYOCIANATES DU SANG ET DU LAIT (MG/L) (IWARSSON, EKMAN,1974)

Animaux	Tourteau de colza normal (p.100 aliment concentré)	Teneur en Thyocianates	
		Sérum sanguin	Laït
Vaches laitières	0 (tourteau de soja)	0,5 (0,4 - 0,9)	0,1
	4)	2,0 (0,9 - 3,4)	0,6
	8)tourteau de colza	2,7 (1,2 - 4,4)	0,8
	10)	5,7 (4,5 - 8,2)	2,0
Taurillons	0 (tourteau de soja)	0,3	-
	12 (tourteau de colza)	6,5	-

B - INFLUENCE DE LA NATURE OU DE LA QUALITE DU TOURTEAU SUR LA TENEUR EN IODE DU LAIT DE BREBIS ET DU SERUM DES AGNEAUX (µG/100 ML) (GAWECKI, PONIKIEWSKA, 1976).

Nature des tourteaux	Teneur en iode du lait	P.B.I. des agneaux	
		à 3 jours	à 42 jours
Tourteau de lin	6,61 ± 1,28	8,08 ± 1,38	8,88 ± 1,63
Tourteau de colza normal	5,81 ± 0,51	6,22 ± 2,17	4,87 ± 2,84
Tourteau de colza toasté	3,06 ± 0,96	5,92 ± 2,17	5,27 ± 1,49

C - INFLUENCE DES CRUCIFERES FOURRAGERES SUR LES VARIATIONS DE LA CONCENTRATION DU LAIT EN THYOCIANATES ET EN IODE CHEZ LA VACHE LAITIERE (EN P.100 DE LA PERIODE TÉMOIN) (PYSKA, BOBECK, 1975).

Type de crucifères	Navette	Navet	Rutabaga	Tourteau de Colza
Variations des teneurs en Thyocianates				
- plasma	+ 404	+ 456	+ 346	+ 325
- lait	+ 233	+ 194	+ 164	+ 216
- lait/plasma	- 20	- 38	- 37	- 25
Variations des teneurs en iode				
- plasma	-	+ 10	-	+ 8
- lait	- 37	- 15	- 38	- 39
- lait/plasma	- 36	- 24	- 40	- 45

excrétée dans le lait en était faible, de l'ordre de 0,1 p.100 des quantités ingérées par la vache laitière. Il ne semble pas qu'un tel lait puisse déclencher une hypothyroïdie, bien qu'une épidémie de goîtres ait pu apparaître dans des populations consommant un lait cru produit sur l'exploitation (CLEMENT et WISHART, 1956 cité par VIRTANEN, 1958 ; MICHAJLOVSKIJ et al. 1969). Chez l'homme en effet, l'activité thyroïdienne n'est perturbée qu'à partir d'une dose de 20 mg de goitrine ou de 0,2 à 1 g de thiocyanates, soit plus de 2 litres par jour d'un lait cru riche en ces substances (VAN ETTEN, 1969). Les risques pour l'homme, par conséquent très faibles, viendraient plus d'une carence en iode du lait que de l'effet direct de la goitrine (ADRIAN, 1972).

Il en est peut être différemment du jeune sous la mère. Pendant les premières semaines de vie, le métabolisme du jeune pourrait être ainsi influencé soit par une carence en iode du lait maternel soit par un apport de substances antithyroïdiennes ou antinutritionnelles excrétées dans le lait. GAWECKI et PONIKIEWSKA (1976) viennent en effet de remarquer chez la brebis recevant du tourteau de colza une diminution de la teneur en iode du lait (12 à 50 p.100) et une hypertrophie de la thyroïde des agneaux dont la teneur en PBI* du plasma a simultanément diminué (tableau II). Même légère, une hypothyroïdie existant à la naissance serait alors entretenue, comme le suggèrent les gains de poids vif variables ou inférieurs, bien que souvent non significatifs, des agneaux allaités par une mère en régime riche en crucifères ou comprenant un tourteau de colza (BRICE et JARDON, 1977 - GRONGNET, 1978). Cette hypothèse serait en accord avec une observation récente faite chez des souris. Les jeunes souriceaux nés de mère témoin, mais élevés par des souris traitées par le propyl-thio-uracile montrent un retard de croissance significatif par rapport à la croissance de leurs frères et soeurs allaités par la mère euthyroïdienne (FAYET, 1978). Il reste à savoir si le départ de la lactation est normal chez la mère hypothyroïdienne : des quantités de lait insuffisantes peuvent être en grande partie responsables de la diminution du gain de poids vif des jeunes.

3 - Etat sanitaire et croissance après sevrage

Après le sevrage, les ruminants en croissance sont d'autant plus sensibles aux ITC-VTO qu'ils sont jeunes et que le niveau d'ingestion de crucifères est élevé, surtout avec les choux fourragers. Chez le veau de 4 à 8 mois, le gain de poids vif moyen d'animaux de race normande a été inférieur de moitié avec un régime contenant 4 p.100 de choux en fonction du poids vif, et très faible avec 8 p.100, soit une croissance de 200 à 500 g/j au lieu de 700 g/j chez les témoins (MATHIEU, 1960 cité par GIOVANNI, 1977). Le ralentissement de la croissance des génisses frisonnes de 8 à 15 mois peut être dû en partie à l'introduction du chou à raison de 5 à 6 p.100 du poids vif (LECOINTRE, 1974).

Au plan sanitaire, certains composés soufrés, ou même les ITC et la VTO, pourraient avoir un effet irritant sur le tube digestif. Il a été en effet observé que la suppression du chou à des vaches allaitantes permettait d'arrêter aussitôt une épidémie diarrhéique chez les veaux (THOMAS, 1977). De plus, comme viennent de l'observer GAWECKI et PONIKIEWSKA (1977), certaines parties de l'épithélium de la paroi du rumen et du duodénum ont eu tendance à changer de structure à la suite d'une complémentation azotée à base de tourteau de colza.

L'utilisation du colza fourrager entraîne probablement moins de risque puisque la teneur en facteurs antithyroïdiens est inférieure de moitié à celle des choux. Les observations de RUSSEL (1967) sur agneaux et les premiers résultats sur veaux obtenus à Rennes tendent à le montrer (tableau III). Une exploitation trop précoce du colza est plus dangereuse certaines années chaudes et humides, en raison d'une teneur élevée en nitrates ; de même, une distribution de colza ou de navette en fleurs est à éviter, les organes floraux étant les plus riches en glucosinolates.

* PBI = Protein bound iodine.

TABLEAU 3 : UTILISATION DU COLZA FOURRAGER ET GAIN DE POIDS VIF DE JEUNES OVINS OU BOVINS EN CROISSANCE.

A - OVINS (RUSSEL, 1967)

Régime alimentaire	Pâturage	Colza	Colza + Iode
Poids des thyroïdes (g)			
- 1962	1,23 ± 0,13	2,21 ± 0,26	-
- 1963	1,07 ± 0,10	1,37 ± 0,12	0,95 ± 0,07
- 1964	-	1,35 ± 0,10	1,00 ± 0,06
Gain moyen de poids vif (g/j)			
- 1962	178	159	-
- 1963	134	133	141
- 1964	-	179	185

B -- OVINS (GIOVANNI, 1978)

Variété de colza fourrager	BRONOWSKI		CRESUS	
Teneur en ITC - VTO (mg/kg MS)	traces		60-200	
Année	1974	1975	1974	1975
Veaux frisons				
- nombre	12	10	12	10
- âge (mois)	10	5	10	5
Quantités ingérées (kg MS/j)				
- colza	3,35	2,61	3,29	2,49
- M.S.T.	7,75	5,41	7,71	5,40
Poids vif initial (kg)	339 ± 23	171 ± 18	338 ± 22	171 ± 18
Gain moyen de poids vif (g/j)	850 ± 132	904 ± 145	932 ± 111	849 ± 82

IV - ACTIVITE GOITRIGENE DES CRUCIFERES CHEZ LES RUMINANTS ADULTES

Ce sont principalement les femelles laitières qui consomment ces fourrages verts pendant l'automne et souvent pendant tout l'hiver, quand le sol et le climat le permettent. Or, on sait que tout déséquilibre hormonal, notamment hypophysaire, peut engendrer des troubles de la reproduction. L'utilisation du tourteau de colza n'est en effet préconisée qu'à des doses faibles chez les monogastriques, la truie par exemple. Aussi, malgré les processus de dégradation des composés soufrés dans le rumen et l'âge des animaux, peut-on s'interroger sur le degré de sensibilité des adultes et l'influence des facteurs goitrigènes sur les paramètres de la reproduction.

1 - Sensibilité des adultes aux facteurs goitrigènes

Au cours d'une enquête sur le goître endémique dans certaines régions de Suède, NYBORG (1970) a observé une plus grande fréquence de vaches goitreuses dans les zones où les crucifères sont cultivées traditionnellement : selon les régions et les races étudiées, 30 à 50 p.100 des vaches réformées étaient porteurs d'une thyroïde anormale. En comparant des concentrés contenant 4, 8 et 10 p.100 de tourteau de colza ordinaire (10-14 mg d'ITC-VTO par gramme de MS de tourteau) à un concentré contenant du tourteau de soja, IWARSSON et EKMAN (1974) n'ont pas observé de troubles fonctionnels de la thyroïde ni de variation des paramètres biochimiques sanguins de la vache laitière. Bien que tous les animaux aient reçu de l'iode en supplément journalier (4 à 10 mg/j), la teneur du lait en iode a cependant diminué de moitié avec les concentrés les plus riches en colza tandis que la concentration du plasma en ion

SCN- était d'autant plus élevée que l'aliment concentré était riche en tourteau de colza (respectivement 2 mg/l et 5,7 mg/l pour 4 et 10 p.100 de tourteau de colza). Avec des taurillons à l'engraissement recevant à volonté un aliment concentré contenant 10 et 15 p.100 d'un tourteau de colza semblable, ces mêmes auteurs n'ont pas observé de différence dans les gains de poids vif et les paramètres sanguins bien que les thyroïdes aient été deux fois plus lourdes que celles des animaux en régime témoin. Les résultats de GEAY et BERANGER (1975) vont dans le même sens : l'utilisation de tourteau de colza toasté ou fermenté par des taurillons de race Salers a entraîné une hypertrophie de la thyroïde mais sans influence significative sur les gains de poids vif et la composition de la carcasse ; (il était en effet intéressant de savoir si une hypothyroïdie provoquée par le tourteau de colza pouvait modérer la formation des dépôts adipeux chez de jeunes bovins précoces (tableau IV).

Chez la brebis, THERIEZ et al (1971), ainsi que GAWECKI et PONIKIEWSKA (1977) ont observé une influence semblable des goitrigènes sur la thyroïde, la concentration sanguine en P. B.I. ou le rapport MIT/DIT et la fixation de l'iode par la glande. Il apparaît néanmoins qu'une hypothyroïdie de cette nature, provoquée par une dose de 10 à 15 mg ITC-VTO chez les bovins et de 2 à 4 mg chez les ovins, n'entraîne pas de perturbations métaboliques importantes chez l'adulte, exceptée la variation de la teneur en iode du lait chez l'animal laitier. L'hypertrophie de la glande et l'activité stimulée des cellules sécrétrices permet en effet de compenser le ralentissement des synthèses hormonales non bloquées par ce type de goitrigènes. En revanche, il est possible que la fonction de reproduction soit plus particulièrement sensible au déséquilibre du rétrocontrôle "hypophyse - thyroïde", conjugué ou non à un abaissement même faible du métabolisme basal de la femelle.

2 - Activité goitrigène des crucifères et reproduction

Il est bien établi que chez les monogastriques, une utilisation trop importante du tourteau de colza provoque une diminution de la fertilité, des avortements, une réduction de la taille de la portée et du nombre de jeunes sevrés, notamment chez la truie recevant plus de 5 p.100 de tourteau de colza dans la ration quotidienne ; chez la rate, une ingestion élevée de tourteau de colza entraîne une atrophie ovarienne et utérine (ZELTER, 1970). Apparemment de même nature, certains troubles de la reproduction ont été mis en évidence chez la vache et plus souvent chez la brebis recevant un régime riche en crucifères.

Les premières observations ont été faites en Nouvelle Zélande sur un troupeau de brebis Romney pâturent un chou fourrager pendant les 2 à 3 derniers mois de la gestation : comparée à celle de témoins au pâturage, la durée de gestation de ces brebis a été plus longue de 3 à 4 jours et la mortalité plus élevée (+ 60 p.100) chez les agneaux nés de ces mères (SINCLAIR, ANDREWS, 1954). Plus tardivement, WILLIAMS et HILL (1965) ont observé, lors de l'utilisation d'un chou mille-tête par des brebis WELSH MOUNTAIN, à la lutte et en début de gestation, une réduction de la durée de l'oestrus et un taux de mortalité embryonnaire précoce supérieur à celui de témoins en régime classique. Parallèlement, les examens des paramètres sanguins et de la fonction thyroïdienne ont révélé l'existence, dès la quatrième semaine de régime, d'une hypothyroïdie accompagnée d'une anémie moyenne (tableau V).

Récemment, les résultats expérimentaux enregistrés en France par BRICE et JARDON (1976) dans un élevage ovin de Loire Atlantique sont venus confirmer les quelques données précédentes. L'influence d'un régime riche en choux (PROTEOR), complémenté ou non en iode, a été significative sur la plupart des paramètres de la reproduction des brebis Rouge de l'Ouest et Vendéenne. Utilisé pendant la lutte et en début de gestation, le régime "crucifères" a entraîné une nette diminution des taux de fécondité, de fertilité et de prolificité totales, accompagnée d'une mortalité périnatale plus élevée (5 à 7 p.100) chez les agneaux nés de ces mères, même complémentées en iode. Le taux de gestation ayant été contrôlé par l'analyse de la progestérone, la comparaison entre ce taux et le taux de mise-bas a mis en évidence une

TABLEAU 4 : INFLUENCE DES GLUCOSINOLATES DU TOURTEAU DE COLZA SUR LA FONCTION THYROIDIENNE DES TAURILLONS EN CROISSANCE ET A L'ENGRAISSEMENT.

A - TAURILLONS DES RACES FRISONNE ET ROUGE ET BLANCHE SUEDOISES (IWARSSON, EKMAN, EVERITT, 1973).

Nature des tourteaux	Soja	Colza normal
Nombre d'animaux	43	44
Poids vif (kg)		
- initial	222,8 ± 4,5	227,2 ± 4,7
- à l'abattage	405,7 ± 6,1	420,4 ± 4,8
Gain moyen de poids vif (g/j)	1110 ± 30	1240 ± 30
Nombre d'animaux goitreux	6	40
Poids des thyroïdes		
- poids moyen (g)	19,8 ± 1,0	38,5 ± 1,5
- g/100 kg poids vif	4,9	9,2
P.B.I. (µg/100 ml)		
- initial	5,7 ± 0,2	5,3 ± 0,2
- final	5,3 ± 0,3	5,3 ± 0,3

B - TAURILLONS DE RACE SALERS A L'ENGRAISSEMENT (GEAY, BERANGER, 1975).

Nature des tourteaux	Soja	Colza toasté
Nombre d'animaux	16	16
Poids vif (kg)		
- initial	319,0 ± 35,1	318,2 ± 35,2
- à l'abattage	557,6 ± 28,9	536,2 ± 13,5
Gain moyen de poids vif (g/j)	1301 ± 242	1199 ± 130
Poids des thyroïdes		
- poids moyen (g)	32,4 ± 11,1	74,1 ± 33,6
- g/100 kg poids vif	5,8	13,8
Teneur sérique moyenne		
- thyroxine T ₄ (µg/100 ml)	5,26 ± 1,72	2,36 ± 1,32
- trifiodothyronine T ₃ (p.100 T ₄)	30	25
Rapport MIT/DIT	0,29 ± 0,15	1,32 ± 0,73

TABLEAU 5 : INFLUENCE D'UN REGIME RICHE EN CRUCIFERES SUR LES PARAMETRES DE LA REPRODUCTION CHEZ LA BREBIS.
A - DUREE DE LA GESTATION (JOURS).

Auteurs	REGIME			
	Pâturage	Pâturage + Iode	Choux	Choux + Iode
SINCLAIR, ANDREWS (1954)				
- moyenne	144,8	145,7	149,6	147,5
- amplitude	141 - 147	142 - 148	146 - 154	144 - 153
BRICE, JARDON (1976)				
- moyenne	Ensilage d'herbe		Choux	Choux + Iode
- amplitude	146		147,7	147,3
	144 - 150		143 - 154	144 - 153

B - PARAMETRES DE LA REPRODUCTION ET MORTALITE EMBRYONNAIRE.

Auteurs	Paramètres	REGIME			
		Foin+aliment concentré	Choux A	Choux B	Choux (1)
WILLIAMS, HILL (1965)					
Nombre d'animaux		12	12	12	12
Durée de l'oestrus (h)		33,2	23,0	21,9	21,9
Hématies (10 ⁶ /mm ³)		9,5	6,5	7	7
Hémoglobine (g/100 ml)		12,5	8	9	9
Cuivre hépatique (µg/g MS)					
- à 6 semaines		138,4	85,0	89,0	89,0
- à 10 semaines		207,8	70,3	95,2	95,2
P.B.I. (µg/l)					
- début essai		29	25	30	30
- à 10 semaines		23	17	15	15
Poids des thyroïdes (g)		1,76	2,83	2,98	2,98
Brebis fécondées					
- saillie 1 (S1)		11	10	8	8
- saillie 2 (S2)		1	2	4	4
Embryons anormaux après S1		0	3	4	4
présents après S2		1	0	2	2
BRICE, JARDON (1976)					
Nombre d'animaux		Ensilage de maïs	Choux	Choux + Iode	
Fertilité à 22 j (p.100)		36	36	36	36
Mise bas		86	64	69	69
Mortalité embryonnaire estimée		80	44	41	41
Prolifictité (4 cycles)		6	20	28	28
Fertilité "		206	186	168	168
Fécondité (p.100)		94	80(2)	69(2)	69(2)
Mortalité des agneaux		194	150	117	117
(naissance - 10 jours)		10,6	14,8	16,7	16,7

(1) les traitements "choux" ne différaient que par les oligoéléments (1 surtout) apportés par l'engrais azoté (A = nitrate de chaux, B = nitrate de soude, avec 1).

(2) les brebis vides après le 1er cycle induit et le 1er retour ne sont pas revenues en chaleur.

mortalité embryonnaire plus élevée chez les brebis en régime "choux" (tableau V). Par ailleurs, chez des brebis de la même race recevant la même variété de choux, mais pendant les 2 derniers mois de la gestation et le premier mois de lactation, la durée de la gestation a été un peu plus longue de 2 à 4 jours, de même que pour les agneaux, la vitalité a été plus faible, la mortinatalité et la mortalité postnatale plus importantes que celles du lot témoin (tableau I). En dernier lieu, certaines observations de terrain révèlent qu'effectivement, une diminution de la fertilité et de la prolificité ont été notées dans certains troupeaux d'ovins pâturent choux ou navets dès avant ou pendant la période de lutte (WUILLEMIN, 1976).

Les données bibliographiques concernant la génisse et la vache laitière sont encore moins nombreuses que celles concernant la brebis. Chez la génisse entrant en production et précédemment alimentée avec des choux, MELROSE et BROWN (1962) ont observé un allongement des intervalles entre cycles sans autre trouble particulier. Cependant, avec un aliment concentré riche en tourteau de colza (14 p.100) depuis le sevrage, la fertilité de génisses Holstein et leur productivité en première lactation ont été un peu plus faibles que celles de leurs homologues recevant moitié moins de tourteau de colza ou un aliment concentré classique (INGALLS et SEALE, 1971). Chez la vache laitière, REED et BOYD (1961), à l'occasion d'une enquête sur la fertilité du troupeau laitier britannique, ont établi une relation entre l'importance de la sole réservée au chou fourrager et le niveau de fertilité du troupeau de l'exploitation entre octobre et mars, alors que pendant le reste de l'année, la fertilité ne semble pas varier selon les lots d'animaux et les régimes. Il est en effet apparu qu'au-dessus de 9 p.100 de crucifères dans l'assolement, le taux de conception en première insémination avait tendance à descendre rapidement au dessous de 60 p.100 ; de plus, le nombre de veaux morts-nés était de 2 et 9 p.100, respectivement pour les soles en crucifères inférieures et supérieures à 9 p.100 de la surface fourragère ; 10 p.100 seulement des élevages se situaient au-dessus du seuil dit critique de 9 p.100. Ces auteurs sont cependant restés très prudents dans leur conclusion en raison de la difficulté à apprécier l'influence particulière des crucifères s'exerçant parmi d'autres causes, sur la fertilité globale du troupeau. Une carence d'apport ou d'utilisation du phosphore (GLEGG et EVANS, 1962), du fer et du cuivre (PENNY et al, 1961 ; MELROSE et BROWN, 1962) entretenue notamment par les troubles de l'anémie pourrait en effet contribuer à affecter la fonction de reproduction déjà soumise à un dérèglement hormonal plus ou moins important.

Les différents troubles de la reproduction, observés en particulier chez la brebis, n'ont pas fait jusqu'à maintenant l'objet d'investigation approfondie permettant d'impliquer soit l'hypothyroïdie seule soit un dysfonctionnement hypothalamo-hypophysaire provoqué par l'hypothyroïdie. Dans la première hypothèse, au stade de la mise à la reproduction où la femelle doit être en "bon état" nutritionnel et physiologique, un abaissement du métabolisme basal conjugué à un affaiblissement dû à l'anémie, pourrait créer des conditions défavorables à l'apparition de chaleurs et à une fertilité normales. Après la fécondation, une régulation thermique perturbée ou une modification des propriétés de l'endomètre (retard d'évolution ou irritation) provoquée par certains glucosinolates (allyls, butenyls) ou la S-MCS, seraient à même d'expliquer la mortalité embryonnaire soit par une moins bonne survie soit par une implantation et une nidation déficientes des embryons. En outre, de même que chez certaines espèces à nidation différée comme le blaireau, l'implantation ne s'effectue qu'en hiver, période où l'activité thyroïdienne est la plus élevée, de même il ne peut être exclu que chez la mère hypothyroïdienne les meilleures conditions d'implantation ne puissent être réalisées. Dans la seconde hypothèse, les troubles de la reproduction pourraient être attribués à un déséquilibre hormonal induit par la diminution du taux de T_3 - T_4 sanguin. On sait en effet qu'une insuffisance thyroïdienne stimule la sécrétion de l'antéhypophyse (TSH) par l'intermédiaire de l'hormone hypothalamique TRH qui, selon KANN et al (1977) stimulerait aussi la sécrétion de prolactine. L'action lutéotrophique de la prolactine contribuerait alors à influencer le rapport progestérone/oestrogènes et à agir ainsi sur la longueur de la gestation. Par ailleurs, en fin de gestation, une modification de l'équilibre endocrinien "mère-foetus", peut aussi influencer l'allongement de la gestation : la maturité du fœtus étant retardée par l'hypothyroïdie, les surrénales

foetales, altérées ou non par les composés soufrés, auraient alors une activité inférieure ralentissant les décharges de cortisol qui initient le début de la parturition. Cependant, c'est surtout chez le jeune à la naissance que l'effet des facteurs goitrigènes et anémiantes risque d'être le plus significatif.

CONCLUSION

L'hypothyroïdie provoquée par une alimentation riche en crucifères fourragères n'est pas une maladie nouvelle. Déjà en 1928, CHESNEY l'avait observée chez le lapin, bien avant que l'on ne s'intéresse aux effets antinutritionnels de la graine de colza. Depuis longtemps, ces fourrages sont déconseillés dans la ration des jeunes en croissance, et les vétérinaires les déconseillent souvent pour les femelles en fin de gestation. Cependant, de nombreuses raisons peuvent inciter l'éleveur à augmenter la part de ces fourrages verts dans la ration journalière ; ce sont principalement la recherche continue de systèmes fourragers, simplifiés et sûrs, notamment face à une période de sécheresse estivale, et la pratique d'une longue période d'alimentation en vert de qualité. Le développement du colza en Europe depuis quelques années en est une preuve sensible.

Pour s'assurer contre les risques éventuels que l'on a examinés précédemment, une meilleure connaissance de la qualité nutritionnelle des variétés françaises actuelles serait fort utile et pourrait conduire à la sélection de crucifères indemnes de facteurs anémiantes ou antithyroïdiens, de même que pour la sélection en cours de colza oléagineux sans glucosinolates. En effet, il semble que de grandes variations de la teneur en glucosinolates existent entre types et variétés de crucifères. Cependant, les conditions d'apparition des teneurs potentielles dépendent beaucoup du milieu et de l'année. La prévision du risque est par conséquent difficile dans l'état des données actuelles.

Au plan animal, certaines questions restent aussi à approfondir dans le domaine des influences hormonales sur le maintien d'une lactation et d'une fertilité normales et de la qualité du lait destiné à l'allaitement du jeune. Par ailleurs, la sensibilité des animaux semble dépendre de leur race ce qui conduit à une utilisation modérée des crucifères, surtout le chou fourrager, ne dépassant pas le tiers de la ration en matière sèche. Cette limite de sécurité actuelle permet de prévenir l'anémie et de ne pas déclencher de troubles endocriniens sérieux. Enfin, il n'est pas exclu que la composition de la ration puisse être un moyen d'orienter l'activité microbienne du rumen vers une plus grande dégradation des composés soufrés.

La liste complète des références bibliographiques indiquées entre parenthèses dans le texte, peut être fournie sur simple demande auprès du Secrétariat de la Station de Recherche Zootechniques - Rennes.

EVOLUTION DES IMMUNOGLOBULINES G1 DU LAIT DE VACHE

AU COURS DES 4 PREMIERS MOIS DE LACTATION :

MESURE DANS 9 ETABLES DU PUY-DE-DOME

D. LEVIEUX

Laboratoire des Maladies Nutritionnelles

Les immunoglobulines constituent une famille de protéines qui ont la propriété de se combiner avec des antigènes (activité anticorps). Si cet antigène est un germe pathogène elles peuvent l'inactiver, protégeant ainsi l'organisme. Trois classes d'immunoglobulines ont été identifiées chez les bovins : IgG, IgA et IgM (pour plus de détails, se reporter à la revue de BUTLER, 1971). Les IgG, classe la plus représentée quantitativement, se subdivisent en deux sous-classes : IgG1 et IgG2. Un processus sélectif permet le transport de l'IgG1 du système humoral vers les sécrétions mammaires (PIERCE et FEINSTEIN, 1965 ; BRANDON et coll., 1971). Le colostrum, de par son extrême richesse en IgG1 (50 à 100 mg/ml) apporte au veau l'essentiel de son immunité passive. Le veau naît, en effet complètement dépourvu d'immunoglobulines (agammaglobulinémie), état incompatible avec la survie dans un milieu non stérile, mais il a la capacité d'absorber intactes les immunoglobulines colostrales pendant les 24 premières heures de vie. La richesse du colostrum en IgG1 conditionne donc la survie du veau, et de nombreux travaux y ont été consacrés. Dans les heures qui suivent la mise bas, la concentration en IgG1 du colostrum chute très rapidement (plus de 80 p.100 pendant les premières 24 heures) pour atteindre une valeur proche du mg/ml dès la deuxième semaine de lactation. Les autres classes étant très peu représentées (concentration environ 10 fois plus faible), la protection de la mamelle doit donc être en grande partie assurée par les IgG1, sous-classe qui a d'importantes fonctions de protection contre les maladies infectieuses (NORCROSS, 1977). La concentration de ces immunoglobulines dans le lait peut donc être considérée comme une indication du potentiel de défense immunitaire de la mamelle, vis à vis des mammites. S'il a été signalé que le taux d'IgG1 du lait varie largement d'un animal à l'autre, les mesures ont généralement porté sur un très faible nombre d'animaux (NEWSTEAD, 1976, 6 Jersiaises - 4 Frisonnes - 6 croisées Jersiaises-Frisonnes ; PORTER, 1972, 5 Ayrshires ; BUTLER, 1972, 6 Holstein ...) et peu d'enseignements en ont été tirés. Nous rapportons ici les résultats du titrage des IgG1 du lait de vache effectué pendant les 4 premiers mois de lactation dans 9 étables du Puy-de-Dôme, sur un total de 87 vaches en moyenne.

CONDITIONS EXPERIMENTALES

Les prélèvements de lait ont été effectués dans le cadre des contrôles laitiers mensuels sur des exploitations du Puy-de-Dôme (région de Rochefort-Montagne). Un questionnaire au niveau de l'exploitation et pour chaque animal a permis d'obtenir quelques renseignements indispensables : nature du sol, cheptel, type de stabulation et d'alimentation, stade de lactation au moment du prélèvement, litrage obtenu, suites pathologiques éventuelles après vêlage.

Le contrôle laitier n°1 a été effectué entre le 5ème et le 35ème jour de lactation, le n°2 entre le 36ème et le 65ème jour, le n°3 entre le 66ème et le 95ème jour et le n°4 entre le 96ème et le 125ème jour.

Le dosage des immunoglobulines G1 a été réalisé par immunodiffusion radiale à l'aide d'un antisérum préparé selon des modalités précédemment décrites (LEVIEUX; 1974).

RESULTATS

Les quantités moyennes de lait enregistrées en moyenne pour les 4 contrôles varient de 15 à 22 litres selon les exploitations, et le pourcentage de primipares parmi les animaux prélevés est de l'ordre de 25 à 30 p.100 sauf pour les exploitations 2 et 4 où il est plus faible (Tableau I). L'alimentation est essentiellement à base de foin, d'ensilage d'herge, avec parfois de la pulpe de betterave et de la paille.

Les cinétiques moyennes obtenues pour chaque étable sont rapportées sur la fig 1 pour les valeurs d'IgG1 exprimées en concentration (mg/ml de lait) et sur la fig 2 pour les valeurs d'IgG1 exprimées en quantités (g) apportées par traite (concentration en IgG1 $\times$ quantité de lait récoltée lors du prélèvement). La transformation des concentrations d'IgG1 en g par traite ne modifie que légèrement l'ordre de classement des élevages et il n'y a pas de relation étroite entre la concentration des IgG1 et la quantité de lait produite.

Compte-tenu de ce résultat et de l'intérêt que présente la concentration en IgG1 pour la transmission de l'immunité passive au veau (celui-ci ne peut en effet ingérer tout le colostrum fourni par sa mère) mais également pour la protection de la mamelle contre les mammites, les analyses statistiques qui suivent ont été effectuées sur les valeurs d'IgG1 exprimées en concentration.

- Le taux d'IgG1 du lait se stabilise, pour l'ensemble des étables, à partir du troisième contrôle : le premier contrôle diffère du deuxième ($P < 0,001$) qui est encore lui-même différent ($P < 0,05$) du troisième. Seuls les troisièmes et quatrièmes contrôles ne sont pas significativement différents.

- Le taux moyen d'IgG1 obtenu par étable ($n = 9$) au premier contrôle est significativement corréllé aux taux obtenus pour les troisième et quatrième contrôles (respectivement, $r = 0,658$ et $0,634$; dans les deux cas, $P < 0,05$).

- Des différences très significatives du taux d'IgG1, mesuré au troisième contrôle, apparaissent entre étables :

Etable 4 - étable 2 $P < 0,05$

Etable 4 - étable 6 $P < 0,001$

Etable 7 - étable 2 $P < 0,001$

Etable 7 - étable 6 $P < 0,001$

Des résultats équivalents sont obtenus pour le 4ème contrôle.

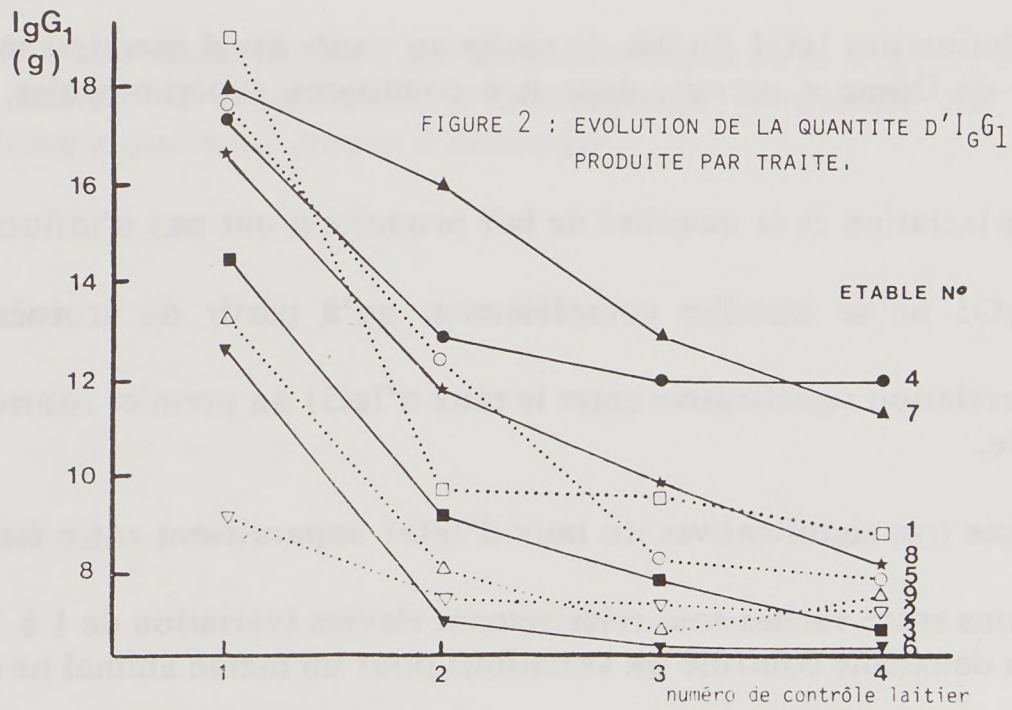
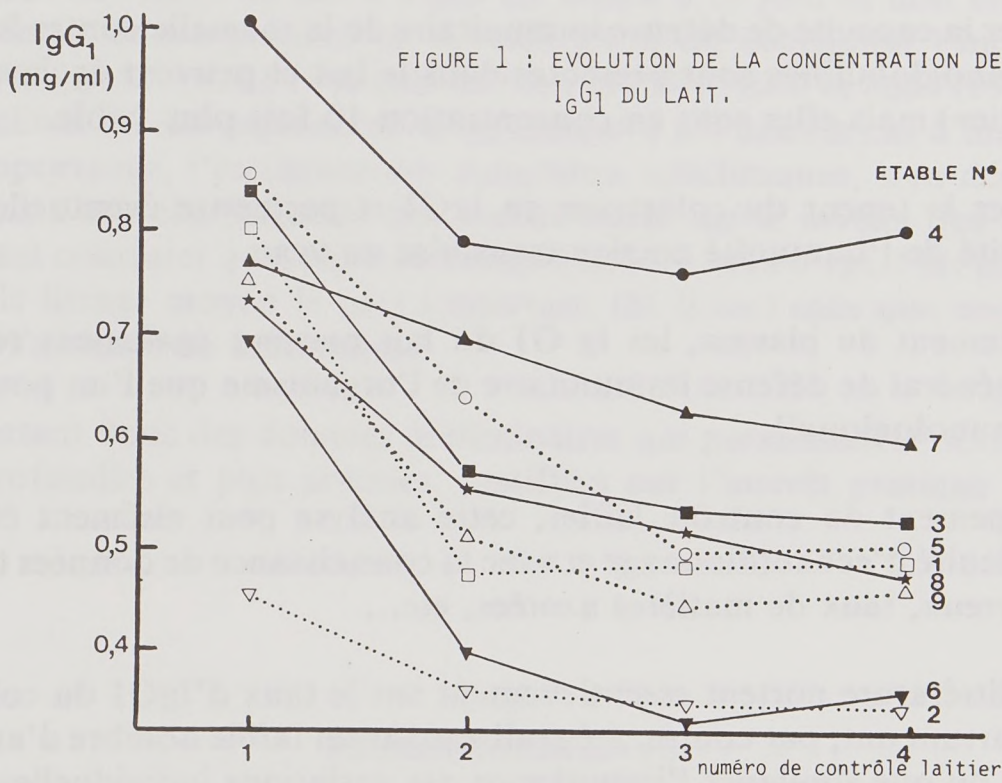
- Le test de corrélation de rang, de SPEARMAN, montre qu'il n'y a pas de corrélation entre le numéro de lactation et le taux d'IgG1 mesuré au troisième contrôle ($n = 87$).

- A l'intérieur d'un troupeau les valeurs extrêmes du taux des IgG1 entre vaches varient généralement d'un facteur 1 à 3 (variation de 1 à 2, 4 en moyenne sur l'ensemble des contrôles 2, 3 et 4). Cependant sur 27 séries d'analyses (9 étables $\times$ 3 contrôles laitiers) nous avons observé dans un cas une variation de 1 à 4 et dans un autre une variation de 1 à 5. Ces variations entre individus sont beaucoup

TABEAU 1 : DONNEES GENERALES SUR LES EXPLOITATIONS ETUDIEES.

	Exploitation n°								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Effectif du troupeau :									
Vaches	26	50	28	25	22	18	39	19	22
dont primipares - p.100	33	8,3	26	8	20	25	25	23	28
Race*	FF	FF	M	FF	MO	FF	FF	FF	MO
Moyenne de production laitière des 4 premiers contrôles (l/j)	20,3	20,3	15,5	16,0	18,1	17,8	21,7	20,2	15,4
Nombre de données par contrôle	8 à 12	12	7 à 11	7 à 9	5 à 8	4 à 8	8 à 12	7 à 10	7 à 9

* (FF : Française Frisonne Pie-Noire ; M : mélange ; MO : Montbéliarde).



plus importantes pour le premier contrôle (variation de 1 à 6 et même 1 à 10 dans une série) du fait de la proximité de la période colostrale plus ou moins marquée selon les prélèvements : certains échantillons ont été obtenus 5 jours après la mise bas, d'autres au 32ème-33ème jour. Une représentation graphique de la cinétique de l'évolution du taux d'IgG1 en fonction du stade de lactation moyen de l'étable ne modifie que très légèrement l'allure des courbes. En effet, la présence d'un prélèvement effectué à une date très proche de la mise bas a une influence sur le taux moyen d'IgG1 du troupeau beaucoup plus importante que sur la moyenne des dates de prélèvement.

- Pour une même vache, les variations du taux des IgG1 dépassent rarement 20 p.100 entre les contrôles 2, 3 et 4. Quelques prélèvements provenant d'animaux manifestement atteints de mammite (chute de lactation, accompagnée d'une élévation importante du taux des IgG1) ont été éliminés.

DISCUSSION - CONCLUSION

La mesure du taux d'IgG1 du lait de vache présente plusieurs intérêts :

- elle peut refléter la capacité de défense immunitaire de la mamelle contre les germes pathogènes. D'autres classes d'immunoglobulines sont présentes dans le lait et peuvent également participer à cette défense (Ig1 en particulier) mais elles sont en concentration 10 fois plus faible.

- elle peut refléter la teneur du colostrum en IgG1 et permettre éventuellement d'en prévoir la richesse et donc la qualité de l'immunité passive transmise au veau.

- dérivant directement du plasma, les Ig G1 du lait peuvent également refléter la composante humorale du potentiel général de défense immunitaire de l'organisme que l'on pourrait mesurer dans le cadre d'un "profil immunologique".

De par le développement du contrôle laitier, cette analyse peut aisément être pratiquée sur une grande échelle sans difficulté d'échantillonnage et avec la connaissance de données telles que : quantité de lait produite, taux butyreux, taux de matières azotées, etc...

Les données de la littérature portent essentiellement sur le taux d'IgG1 du colostrum. Les analyses effectuées pré et post-partum ont, par contre, été réalisées sur un faible nombre d'animaux (généralement inférieur à 10) et n'ont pu que souligner l'importance des variations individuelles.

L'étude de l'évolution des IgG1 du lait de vache au cours des 4 premiers mois de lactation dans 9 exploitations du Puy-de-Dôme a permis, dans nos conditions expérimentales, de dégager les points suivants :

- le numéro de lactation et la quantité de lait produite n'ont pas d'influence sur le taux d'IgG1.
- le taux d'IgG1 ne se stabilise complètement qu'à partir du troisième mois de lactation.
- il y a une corrélation significative entre le taux d'IgG1 au premier contrôle et celui du troisième ou quatrième contrôle.
- des différences très significatives du taux d'IgG1 apparaissent entre étables.
- si les variations entre vaches sont relativement élevées (variation de 1 à 3 au sein d'une étable), par contre à partir du deuxième contrôle les variations pour un même animal ne dépassent pas 20 p.100.

Ces résultats appellent quelques commentaires :

- La stabilisation du taux d'IgG1 est atteinte à partir du troisième mois de lactation et non, selon PORTER (1971) dès la deuxième semaine. Il faut donc tenir compte de cette donnée pour les analyses comparatives entre animaux ou entre troupeaux.

- La corrélation entre les taux d'IgG1 au premier troisième ou quatrième contrôle peut permettre d'envisager l'étude de la corrélation entre le taux d'IgG1 du colostrum et celui du lait. Si une telle corrélation existe il deviendra possible de prévoir la richesse d'un colostrum en IgG1.

- Les différences entre étables méritent d'être analysées d'une façon plus approfondie afin de déterminer quels sont les facteurs qui peuvent intervenir. La race a été invoquée par NEWSTEAD (1976) mais avec un nombre d'animaux très restreint (6 Jersiaises, 4 Frisonnes). Les troupeaux que nous avons analysés sont essentiellement constitués de vaches Frisonnes, mais les exploitations 5 et 9 ne contiennent que des Montbéliardes : un éventuel effet race est totalement masqué par l'effet étable. Le rôle de l'alimentation sur le taux des IgG1 du lait n'a pas été étudié à ce jour et doit être envisagé. Le facteur probablement le plus important à prendre en considération est cependant l'incidence des mammites. BORTREE et coll. (1962), RANDOLPH et coll. (1974), HAENLEIN et coll. (1972), ont montré que le taux des immunoglobulines du lait augmentait d'un facteur 2 à 4 dans le cas d'infections de la mamelle. Sans atteindre cette importance, l'incidence des mammites subcliniques, non décelées par les éleveurs, peut nous avoir conduit à une classification des étables basée sur le niveau des infections mammaires. Nous pouvons cependant constater que, parmi les deux étables à taux d'IgG1 les plus élevés, l'étable 7 est également celle qui a le litrage moyen le plus important (21 litres) sans que ceci puisse être considéré comme une preuve de l'absence de mammites.

Ces résultats apportent donc des données préliminaires qui permettent d'orienter les recherches vers des analyses plus approfondies et plus précises, justifiées par l'intérêt pratique qui peut en découler.

REMERCIEMENTS

Ce travail fait partie d'une étude réalisée, sur un financement de la C.E.E., en collaboration avec l'E.D.E., le Contrôle Laitier, la Coopérative d'Insémination Artificielle du Puy-de-Dôme et le Laboratoire d'Eco-Pathologie que nous tenons à remercier.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BORTREE A.L., CARROLL E.J., SCHALM O.W., 1962. J. Dairy Sci., **45**, 1465-1471.
- BRANDON M.R., WATSON D.L., LASCELLES A.K., 1971. Aust. J. Exp. Biol. Med. Sci., **49**, 613-623.
- BUTLER, 1971. J. Dairy Sci., **54**, 1315-1316.
- HAENLEIN G.F.W., SCHULTZ L.H., ZIKAKIS J.P., 1972. J. Dairy Sci., **56**, 1017-1023.
- LEVIEUX D., 1974. Ann. Rech. Vet., **5**, 329-342.
- NEWSTEAD D.F., 1976. J. Dairy Res., **43**, 229-237.
- NORCROSS, 1977. J.A.V.M.A., **170**, 1228-1231.
- PIERCE, FEINSTEIN, 1965. Immunology, **8**, 106-123.
- PORTER P., 1971. Biochem. Biophys. Acta, **236**, 664-674.
- PORTER P., 1972. Immunology, **23**, 225-238.
- RANDOLPH H.E., ERWIN R.E., RICHTER R.L., 1974. J. Dairy Sci., **57**, 15-18.

UTILISATION DU LACTOSERUM PAR LES VACHES LAITIÈRES

B. REMOND, B. MARQUIS, A. HODEN, M. JOURNET

Laboratoire de la Production Laitière

L'accroissement continu de la production de fromage en France a augmenté régulièrement les quantités de lactosérum disponibles. Or, l'utilisation de ce sous-produit encombrant se pose de façon nouvelle. En effet, le fort pouvoir polluant du lactosérum interdit désormais son rejet dans le milieu naturel, tandis que le renchérissement du coût de l'énergie rend de plus en plus aléatoire la valorisation par la déshydratation de ce produit très riche en eau (94 p. 100 environ). Cependant, le lactosérum est un résidu dont la matière sèche est de haute valeur nutritive puisqu'elle est constituée pour plus de 70 % par du lactose et 13 % par des protéines (FEVRIER et CHAUVEL, 1977). Il peut être utilisé de nombreuses façons, et en particulier être distribué aux vaches laitières. Quelques essais ont déjà été faits en France et à l'étranger (cf. SCHINGOETHE, 1976), en particulier sous l'impulsion des industriels laitiers, mais les références disponibles dans la littérature sont encore très peu nombreuses. C'est la raison pour laquelle, avec l'aide de la DGRST, nous avons commencé au début de l'hiver 1978 à étudier l'utilisation du lactosérum en l'état, par les vaches laitières.

L'objectif des 3 essais réalisés a été de mesurer les quantités de lactosérum ingérées quand les vaches en disposent à volonté et en permanence, et les conséquences sur la production et la composition du lait, et la santé des animaux.

CONDITIONS EXPERIMENTALES

Le lactosérum provenait de la fabrication du fromage du type Bleu d'Auvergne. Son pH moyen à l'arrivée de la fromagerie était de 6,20 et sa teneur en matière sèche, mesurée à l'étuve ventilée à 80-85°C pendant au moins 3 jours, a été en moyenne de 5,84 %. Il était livré tous les jours, sauf le dimanche, à environ 4°C, et stocké sous un hangar dans un conteneur en matière plastique.

Le lactosérum a été offert dans des bacs en matière plastique, tel quel dès le 1er jour dans l'essai 1, mais dilué par moitié dans de l'eau pendant les 2 premiers jours dans les essais 2 et 3. Il était ajouté aux refus des jours précédents qui étaient retirés tous les 2 à 3 jours, parfois un peu plus dans l'essai 1. Dans les 3 essais, l'eau a été coupée pendant les 2 premiers jours, au cours de la journée. Par la suite, elle est restée en permanence à la disposition des animaux dans des abreuvoirs automatiques. Dans les 3 essais, la presque totalité de la ration de base était constituée d'ensilage de maïs.

Les principaux résultats sont présentés au tableau 2 et à la figure 1.

RESULTATS

Quantités ingérées :

Les animaux ont ingéré des quantités élevées de lactosérum : elles ont été comprises, en moyenne par vache

et par jour, entre 47 litres chez les primipares en milieu de lactation qui produisaient 18,6 kg de lait (essai 1) et 85 litres chez les multipares en début de lactation qui produisaient 34,1 kg de lait (essai 3). Nous n'avons pas mesuré les quantités d'eau bues, mais les animaux n'ont été que rarement observés en train de boire.

Les consommations individuelles de lactosérum qui n'ont pu être mesurées que dans les 2 derniers essais ont été beaucoup plus variables dans l'essai 2 que dans l'essai 3. En effet, la quantité moyenne ingérée et les valeurs individuelles extrêmes observées ont été respectivement de 3,35 kg MS (1,72 à 5,54 kg) dans l'essai 2, et de 4,93 kg MS (3,95 à 5,53 kg) dans l'essai 3. Il est possible que les niveaux de production laitière plus hétérogènes dans l'essai 2 (7,8 à 24,4 kg) que dans l'essai 3 (27,5 à 39,8 kg) soient en partie responsables de la variabilité accrue de consommation.

Dans ces 2 essais, la quantité de lactosérum ingérée a augmenté avec le poids vif (de 55 à 173 g de MS pour 100 kg de poids vif) et avec la production laitière (de 80 à 90 g de MS par kg de lait), mais de façon non significative. Ces 2 facteurs n'expliquent d'ailleurs qu'une faible part des différences individuelles de consommation de lactosérum (17 à 38 % respectivement pour les essais 2 et 3). On note cependant que dans l'essai 3, où on a limité la quantité de concentré distribuée pendant les 3 premières semaines de lactation, l'ingestion de lactosérum, dont la distribution était limitée à 40 litres par jour en fin de gestation, a augmenté avec la production laitière jusqu'en 6ème semaine.

A la mise à l'herbe, les quantités de lactosérum ingérées ont diminué jusqu'à 10 litres par jour. Elles se sont accrues ensuite pour atteindre 40 à 50 litres, et même 70 litres certains jours. Cet accroissement a correspondu à une élévation de la température de l'air et à une faible pluviométrie. Bien que ces 2 facteurs aient vraisemblablement les effets les plus importants sur la consommation de lactosérum, il est probable que la qualité et la quantité d'herbe mise à la disposition des animaux aient aussi eu une influence.

Le remplacement d'une partie de l'aliment concentré par du lactosérum dans l'essai 1 n'a pas modifié de façon sensible la consommation totale de matière sèche, ce qui signifie que le pouvoir rassasiant du lactosérum est semblable à celui du concentré, sur la base de la matière sèche. Il en a été de même, dans l'essai 2, où la quantité de concentré distribuée est passée de 5,06 kg MS pendant la période 1 à 4,35 kg MS (dont 3,36 kg de lactosérum) durant la période 2. Cette diminution n'a en effet entraîné une augmentation de la ration de base ingérée que de 0,23 ; ce qui semble bien indiquer que le lactosérum a un pouvoir rassasiant voisin de celui des concentrés à base de céréales.

Production et composition du lait :

Associé à l'ensilage de maïs et en remplacement de l'aliment concentré, l'apport de lactosérum s'est accompagné de :

- une augmentation importante du taux butyreux du lait. Dans l'essai 1, entre les semaines 7 et 8, le taux butyreux a augmenté de 4 g p. 1000. Puis il a continué d'augmenter, mais cet accroissement a pu être dû, au moins en partie, à une diminution de la quantité de concentré (à base de céréales) offerte. Dans l'essai 2, le taux butyreux pendant la période 2 a été de 5,7 g p. 1000 supérieur à celui de la période 1. Puis, pendant la période 3, le taux butyreux du lait du lot qui recevait le lactosérum a été de 2,5 g p. 1000 supérieur à celui du lot qui n'en recevait pas. Cet écart doit être considéré comme minimum car il ne semble pas qu'à la fin de la période le taux butyreux avait terminé son évolution. On note d'ailleurs qu'il était supérieur de plus de 3 g p. 1000 à celui de la période 1. Dans l'essai 3, le taux butyreux était encore de 37 g p. 1000 à la semaine 7 alors que, pour les mêmes vaches il n'était que de 34,8 g p. 1000 au cours de l'année précédente. Cet effet du lactosérum est vraisemblablement dû au fait qu'il augmente la production d'acide butyrique dans le rumen (REMOND et JOURNET, résultats non publiés).

TABLEAU 1 : PRINCIPALES CONDITIONS EXPERIMENTALES

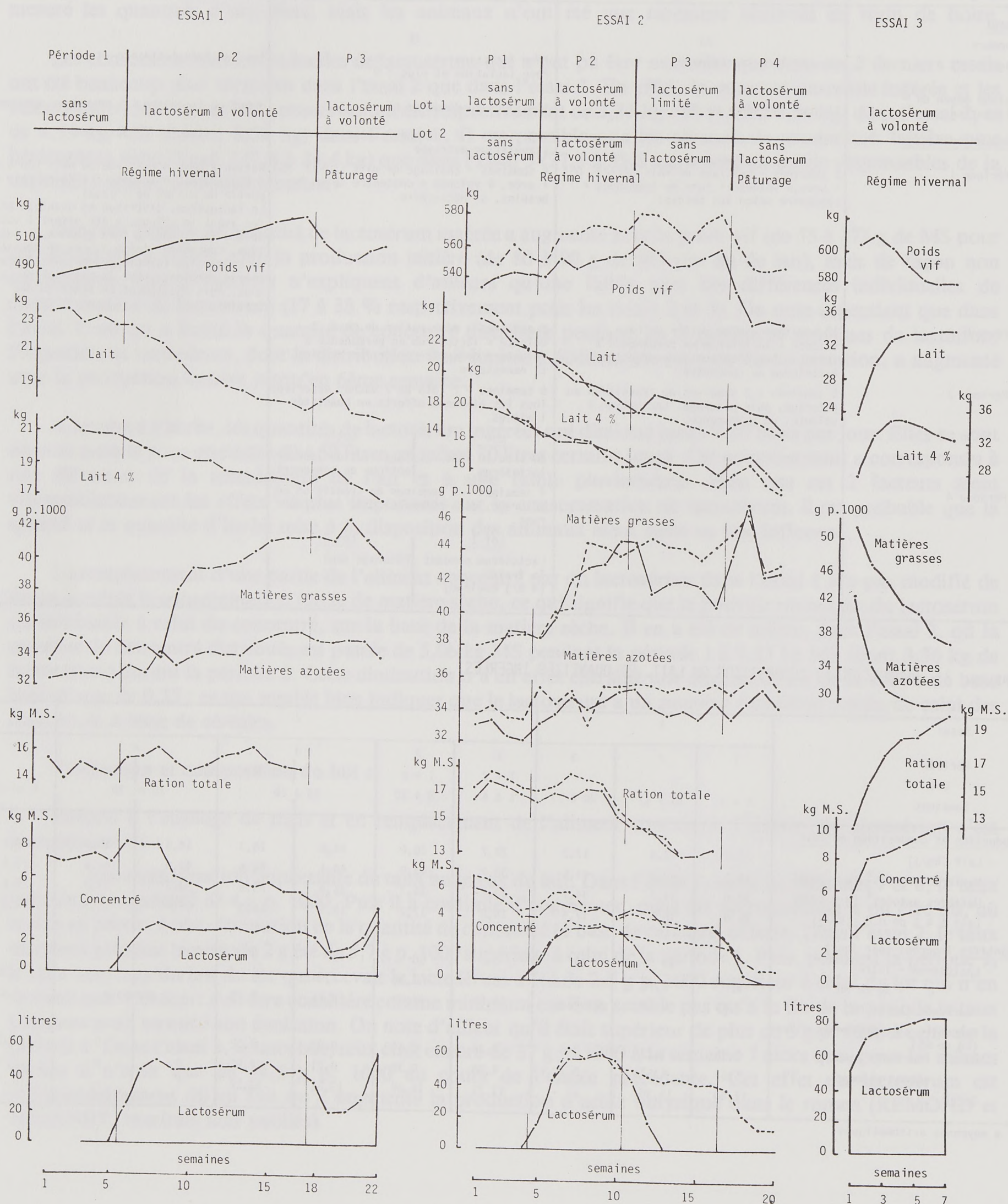
ESSAIS	1	2	3										
<u>Animaux</u>													
nombre	33	14	11										
âge	tous en 1ère lactation	1ère lactation : 5 2ème lactation et plus : 9	tous en 2ème lactation et plus										
stade moyen de lactation	71 jours au début de P1	119 jours au début de P1	début de lactation : 7 premières semaines										
<u>Schéma expérimental</u>	3 périodes - stabulation libre à logettes.	4 périodes - 2 lots de 7 vaches - stabulation entravée.	1 lot - stabulation entravée.										
Période 1	5 semaines - Ensilage de maïs (27-29% MS) + urée, à volonté + foin de graminées + concentré selon les besoins.	4 semaines - Ensilage de maïs (30-33% MS) + urée, à volonté + concentré selon les besoins, si nécessaire.	Ration à base d'ensilage de maïs (30 à 33% MS) + urée, à volonté + 1 kg de foin à partir du milieu de l'essai. Le lactosérum, distribué en quantité limitée avant le vêlage, a été offert à volonté dès la fin de la 1ère semaine de lactation. Concentré limité à 3 kg de tourteau de soja-colza formolé pendant les 3 premières semaines, pour la majorité des animaux. Puis ajustement en fonction des besoins.										
Période 2	12 semaines - même ration de base, à volonté + lactosérum en permanence à volonté. Substitution isoénergétique du lactosérum au concentré.	6 semaines - même ration de base, à volonté + lactosérum en permanence à volonté + concentré selon les besoins, si nécessaire.											
Période 3	5 semaines : 2 semaines de transition au pâturage, puis pâturage. Lactosérum à volonté, en permanence.	6 semaines - 2 lots de 7 vaches appariées Tous les aliments offerts en quantités limitées.											
Période 4		<table><tr><td><u>Lot 1</u></td><td><u>Lot 2</u></td></tr><tr><td>30 l ou 50 l de lactosérum</td><td>Substitution isoénergétique de concentré.</td></tr><tr><td>4 semaines - 2 semaines de transition au pâturage, puis pâturage comme seul fourrage.</td><td></td></tr><tr><td><u>Lot 1</u></td><td><u>Lot 2</u></td></tr><tr><td>Lactosérum pendant la traite (4 h/j environ)</td><td>Pâturage seul</td></tr></table>	<u>Lot 1</u>	<u>Lot 2</u>	30 l ou 50 l de lactosérum	Substitution isoénergétique de concentré.	4 semaines - 2 semaines de transition au pâturage, puis pâturage comme seul fourrage.		<u>Lot 1</u>	<u>Lot 2</u>	Lactosérum pendant la traite (4 h/j environ)	Pâturage seul	
<u>Lot 1</u>	<u>Lot 2</u>												
30 l ou 50 l de lactosérum	Substitution isoénergétique de concentré.												
4 semaines - 2 semaines de transition au pâturage, puis pâturage comme seul fourrage.													
<u>Lot 1</u>	<u>Lot 2</u>												
Lactosérum pendant la traite (4 h/j environ)	Pâturage seul												

TABLEAU 2 : PRODUCTION ET COMPOSITION DU LAIT, ET QUANTITES INGEREES

Essai	1			2						3
	1	2	3	1	2	3	2	4	2	6 et 7
	1 à 5	10 à 17	20 à 22	1 à 4	8 à 10	13 à 16		19 et 20		
<u>Production et composition du lait</u>										
- Lait (kg/j)	23,2	18,4	17,2	20,7	16,6	14,8	16,3	14,5	15,1	34,1
- Matières grasses* (g p.1000)	34,5	40,4	41,5	38,2	43,9	44,1	41,6	43,0	42,6	37,4
- Matières azotées* (g p.1000)	32,6	34,7	34,7	33,2	34,7	35,4	33,9	36,2	34,9	29,6
- Lait à 4 % de M.G. (kg/j)	21,0	18,6	17,5	19,8	17,2	15,5	16,3	15,0	15,5	32,8
<u>Quantités ingérées (par jour)</u>										
- Lactosérum - litres	0	47	36	0	58	42	0	13	0	85
- kg de MS	0	2,72	2,10	0	3,35	2,46	0	0,77	0	4,93
- Fourrages (kg de MS)	7,69	9,84	pâturage	11,87	12,32	9,71	9,79	pâturage		9,65
- Concentré et compléments divers (kg de MS)										
dont - tourteaux tannés	0,50	1,23	0	0,36	0,64	0,93	0,52	0	0	2,01
- autres aliments	6,61	1,57	0,70	4,98	0,38	0,21	2,91	0	0	3,15
Total	14,80	15,36	-	17,21	16,69	13,31	13,22	-	-	19,74

* moyennes arithmétiques.

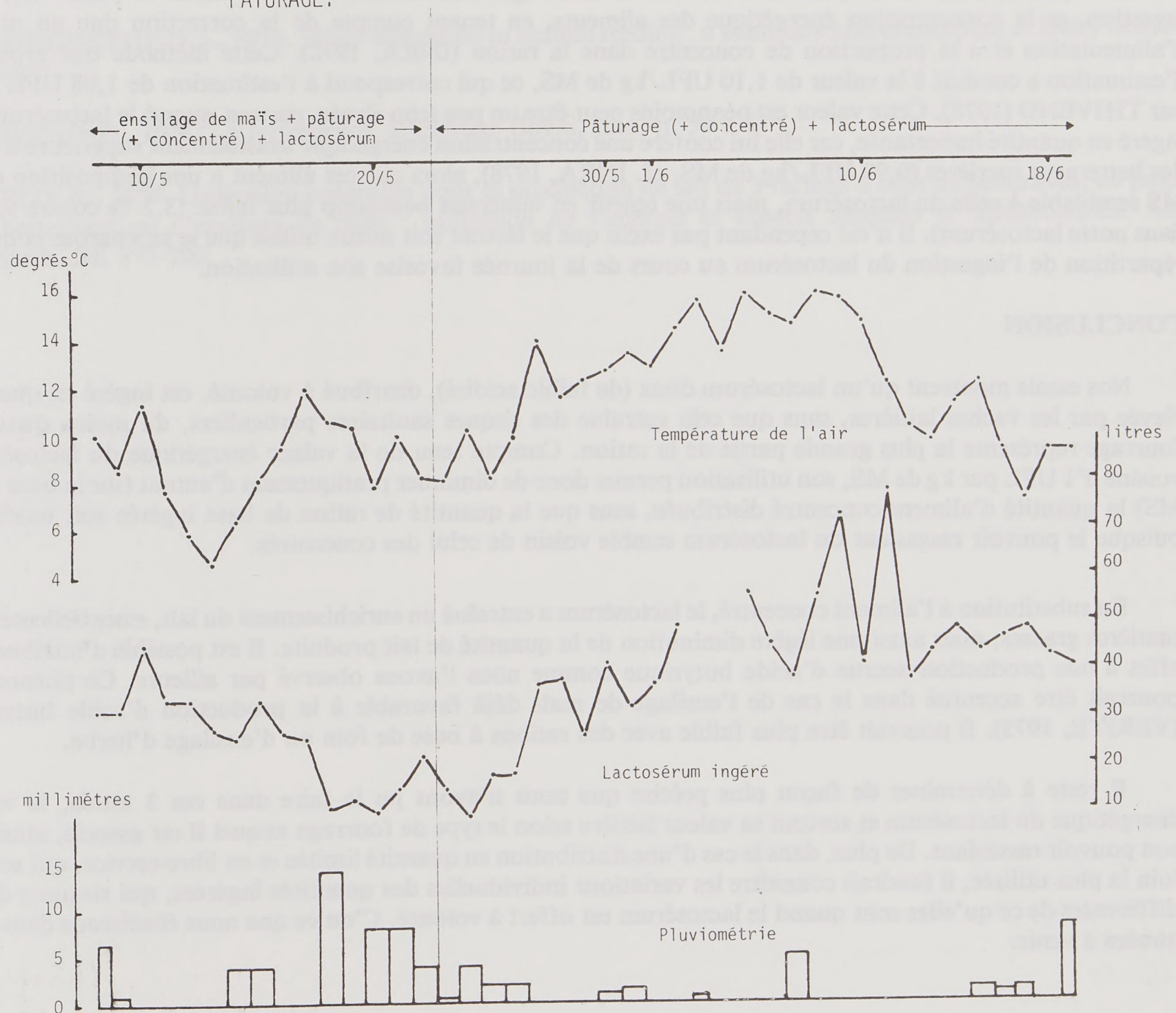
FIGURE 1 : DISTRIBUTION DE LACTOSÉRUM : QUANTITES INGÉREES, PRODUCTION ET COMPOSITION DU LAIT.



- une augmentation semble-t-il légère, mais plus difficile à préciser, du taux de matières azotées, qui peut être due, au moins en partie, au fait que la distribution du lactosérum tend à réduire la quantité de lait produite et donc à concentrer la sécrétion des matières azotées.

- une légère diminution de la quantité de lait produite. Dans l'essai 1, le coefficient de persistance entre la période 1 et la fin de la période 2, a été de 91 % par mois, soit 1 à 2 points de moins que ce que nous observons habituellement dans notre troupeau de primipares. Par ailleurs, pendant la période 3 de l'essai 2, la substitution isoénergétique d'aliment concentré à base de céréales par du lactosérum a provoqué une augmentation de la quantité de lait produite de 1,5 kg en moyenne (les apports énergétiques et azotés - PDI - par les 2 régimes étaient les mêmes). Cependant, compte tenu du taux butyreux plus faible (-2,5 points) du lot recevant du concentré classique (lot 2), la production de lait à 4 % de matières grasses n'était plus supérieure à celle du lot qui recevait du lactosérum (lot 1) que de 0,8 kg. Enfin, à la mise à l'herbe, on note que la production laitière du lot 1 a augmenté (de même que dans l'essai 1), alors que celle du lot 2 est restée stable.

FIGURE 2 : EVOLUTION JOURNALIERE DE LA TEMPERATURE MOYENNE DE L'AIR, DE LA PLUVIOMETRIE ET DE LA QUANTITE DE LACTOSERUM INGERE AU COURS DU DEBUT DE LA SAISON DE PATURAGE.



Santé des animaux :

La distribution du lactosérum à volonté n'a pas eu, globalement, d'effets néfastes sur la santé des animaux. Les fèces ont eu tendance à être moins consistantes, en particulier pendant le début de la période de distribution. Dans l'essai 1, trois vaches ont eu la diarrhée au cours de la même semaine, pendant 3 à 4 jours. Dans l'essai 3, une vache a eu une forte diarrhée pendant 2 jours, accompagnée d'un arrêt de la rumination et vraisemblablement d'une acidose. Cela nous a conduit à lui réduire momentanément la quantité de lactosérum offerte, et à distribuer 1 kg de foin à tous les animaux. Par ailleurs, quelques animaux ont eu la diarrhée pendant une journée, mais qui a disparu sans intervention particulière. Il est à remarquer que c'est dans cet essai 3 que la proportion de fourrages dans la ration totale est la plus faible (49 % contre 64 % dans l'essai 1 et 74 % dans l'essai 2), et que la proportion de lactosérum était la plus élevée (25 % contre 18 % dans l'essai 1 et 20 % dans l'essai 2). Dans l'essai 2, on n'a pas noté d'incidents particuliers.

Valeur énergétique du lactosérum

Nous avons essayé d'estimer la concentration énergétique du lactosérum dans l'essai 1 (entre les semaines 8 et 17), d'après le poids et les performances des animaux (production laitière et variation de poids vif), leur ingestion, et la concentration énergétique des aliments, en tenant compte de la correction due au niveau d'alimentation et à la proportion de concentré dans la ration (INRA, 1978). Cette méthode très grossière d'estimation a conduit à la valeur de 1,10 UFL/kg de MS, ce qui correspond à l'estimation de 1,08 UFL faite par THIVEND (1978). Cette valeur est néanmoins peut-être un peu trop élevée, surtout quand le lactosérum est ingéré en quantité importante, car elle lui confère une concentration énergétique sensiblement supérieure à celle des betteraves sucrières (0,97 UFL/kg de MS, cf. INRA, 1978), alors que cet aliment a une composition de la MS semblable à celle du lactosérum, mais une teneur en minéraux beaucoup plus faible (3,2 % contre 9,0 % dans notre lactosérum). Il n'est cependant pas exclu que le lactose soit mieux utilisé que le saccharose et que la répartition de l'ingestion du lactosérum au cours de la journée favorise son utilisation.

CONCLUSION

Nos essais montrent qu'un lactosérum doux (de faible acidité), distribué à volonté, est ingéré en quantité élevée par les vaches laitières, sans que cela entraîne des risques sanitaires particuliers, du moins quand le fourrage représente la plus grande partie de la ration. Compte tenu de la valeur énergétique du lactosérum, voisine d'1 UFL par kg de MS, son utilisation permet donc de diminuer pratiquement d'autant (sur la base de la MS) la quantité d'aliment concentré distribuée, sans que la quantité de ration de base ingérée soit modifiée, puisque le pouvoir rassasiant du lactosérum semble voisin de celui des concentrés.

En substitution à l'aliment concentré, le lactosérum a entraîné un enrichissement du lait, essentiellement en matières grasses, mais aussi une légère diminution de la quantité de lait produite. Il est possible d'attribuer cet effet à une production accrue d'acide butyrique comme nous l'avons observé par ailleurs. Ce phénomène pourrait être accentué dans le cas de l'ensilage de maïs déjà favorable à la production d'acide butyrique (VERITE, 1975). Il pourrait être plus faible avec des rations à base de foin ou d'ensilage d'herbe.

Il reste à déterminer de façon plus précise que nous n'avons pu le faire dans ces 3 essais, la valeur énergétique du lactosérum et surtout sa valeur laitière selon le type de fourrage auquel il est associé, ainsi que son pouvoir rassasiant. De plus, dans le cas d'une distribution en quantité limitée et en libre-service, qui sera de loin la plus utilisée, il faudrait connaître les variations individuelles des quantités ingérées, qui risquent d'être différentes de ce qu'elles sont quand le lactosérum est offert à volonté. C'est ce que nous étudierons dans les 2 années à venir.

Ces 3 études ont été faites avec du lactosérum doux, livré tous les jours ou tous les 2 jours, pendant la période hivernale essentiellement. L'acidité du lactosérum était donc faible. Avec du lactosérum plus acide, ou dans de moins bonnes conditions de conservation, il est vraisemblable que les consommations auraient été moindres car nos observations antérieures non publiées et la bibliographie (SCHINGOETHE, 1976) indiquent que la consommation de lactosérum diminue quand l'acidité augmente.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

FEVRIER C., CHAUVEL J., 1977. Lactosérums et sous-produits laitiers dans l'alimentation du porc. Edité par Institut Technique du Porc, 149 rue de Bercy, 75579 PARIS Cedex 12.

INRA, 1978. Alimentation des Ruminants. Ed. INRA Publications (Route de Saint-Cyr), 78 000 VERSAILLES

SCHINGOETHE D.J., 1976. Whey utilization in animal feeding : a summary and evaluation. J. Dairy Sci., **59**, 556-570

THIVEND P., 1978. Le lactosérum. L'Elevage Bovin, juin. p. 59 à 61

VERITE R., 1975. Utilisation comparée pour la production de lait de 3 rations à base de betteraves, de pulpes de betteraves ou d'ensilage de maïs : utilisation de l'énergie et aspects digestifs et métaboliques. Ann. Zootech., **24**, 373-390.

VIENT DE PARAÎTRE

NOUVELLES DES FOURRAGES A L'INRA - 1977

Sous ce titre, l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) vient de **regrouper** les résultats définitifs ou partiels des recherches conduites ou en cours sur la **production fourragère** et son utilisation : prairies permanentes et temporaires, fourrages annuels. Cette publication était nécessaire, car les informations sur les fourrages ont, jusqu'à présent, été nombreuses, dispersées et fragmentaires. Les recherches et mises au point techniques concernent des domaines très variés :

- *nutrition des plantes et techniques de culture*
- *amélioration génétique des végétaux*
- *lutte contre les champignons et insectes prédateurs*
- *valeur alimentaire et mode d'utilisation par les animaux*
- *définition et intérêt économique des systèmes fourragers*
- *application aux régions...*

Cet ouvrage comprend essentiellement des articles courts (résumés des études et résultats) accompagnés de tableaux et graphiques. Il met à la disposition des agents du développement, des sélectionneurs ou des éleveurs, une information précise et condensée. Pour plus de clarté, les 133 articles de ce volume sont classés en chapitres :

- . relations dans les peuplements fourragers
- . aspects généraux de la sélection des fourrages
- . valeur alimentaire et utilisation par animaux
- . prairie permanente de montagne
- . prairie permanente océanique et garrigue
- . graminées pérennes : valeur des espèces et cultivars, sélection, fertilisation, croissance, étalement de la production
- . légumineuses pérennes : luzerne (maladies et parasites, pollinisation, sélection, développement), trèfle blanc
- . fourrages annuels : valeur des cultivars et sélection de pois, maïs, sorghos, choux
- . étude pour inscription au catalogue
- . fourrages tropicaux : valeur d'espèces et cultivars, saisons et climat, fertilisation, physiologie, concernant graminées et légumineuses
- . protéagineux à grains : maladies, valeur des cultivars, sélection, facteurs culturaux pour féverole, lupins, soja et fenu-grec
- . prévision et étude de systèmes fourragers.

Tous les deux ans, cette publication sera reprise et actualisée. Elle permettra un meilleur échange entre chercheurs et utilisateurs.

Disponible à l'INRA-SEI Publications - route de St-Cyr, 78000 Versailles - 400 pp 17 x 24

Prix : 40 F.

(Presse Informations INRA - n°33, juin 1978)

Xèmes JOURNEES DU "GRENIER DE THEIX"

Les Xèmes Journées se sont tenues au C.R.Z.V. de Theix les 1, 2 et 3 juin 1978 devant un auditoire de 150 personnes ; elles avaient pour thème :

"L'Utilisation par les Ruminants des pâturages d'altitude et des parcours méditerranéens"

thème qui est intéressant au plan écologique, zootechnique et socio économique et concerne une part importante du territoire français.

Comme les précédentes, ces journées ont réuni des chercheurs français et étrangers (Espagne, Italie, Maroc, Algérie, Tunisie), des enseignants, des ingénieurs ou techniciens des Instituts techniques, des E.D.E., des D.D.A., des Sociétés de mise en valeur ainsi que des parcs nationaux ou régionaux. Plusieurs directions du Ministère de l'Agriculture étaient représentées ainsi que l'ONF.

L'objectif principal des Journées était de dresser un bilan complet des données biologiques, agronomiques et zootechniques existantes, lesquelles se sont considérablement enrichies au cours des dernières années grâce aux recherches poursuivies par le C.N.R.S. (C.E.P.E. de Montpellier), le C.T.G.R.E.F. (Grenoble, Montpellier) et l'I.N.R.A., sous l'impulsion et avec l'aide financière de la Délégation Générale à la Recherche scientifique et technique.

Pour la présentation de ces travaux, on a procédé à un regroupement par grandes zones géographiques mais auparavant L. GACHON, G. RICOU et L. GRUNER avaient défini les paramètres du fonctionnement de l'éco-système prairial pâturé.

- **MASSIF CENTRAL NORD.** Après avoir illustré à partir des travaux réalisés sur le domaine de Marcenat (B. JEANNIN, F. de MONTARD et M. PETIT) les potentialités des pâturages de montagne bien entretenus et bien exploités, on s'est penché sur le problème de la remise en valeur des pelouses dégradées avec des méthodes d'exploitation susceptibles d'assurer de bonnes performances zootechniques. Les travaux évoqués ici sont relatifs d'une part à la reprise d'exploitation d'une nardaaie par des ovins conduits en pâturage tournant (P. LOISEAU, G. MOLENAT, G. BECHET et J.P. BRUN) et d'autre part aux conditions d'utilisation de différents faciès végétaux par différentes espèces animales (M. THERIEZ, W. MARTIN-ROSSET, P. LOISEAU).

- **LES ALPES.** Une présentation générale du Massif alpin et des recherches qui y sont entreprises par l'INERM - C.T.G.R.E.F. de Grenoble (L. GUIMET et J. GUET) a été suivie par un exposé détaillé des travaux réalisés ou en cours. Des travaux de type analytique relatifs à l'évaluation de la capacité de chargement des alpages (J.P. JOUGLET) ou au comportement des animaux en alpages (Y. FAVRE) débouchent sur la recherche de modèles de gestion des ressources pastorales (M. DUBOST et J. BERNARD-BRUNET).

- **AUTRES MONTAGNES HUMIDES.** On a abordé ici les aspects relatifs aux Vosges et aux Pyrénées. Pour les premières, B. JEANNIN et J.H. TEISSIER ont présenté les observations effectuées par une équipe de chercheurs de l'I.N.R.A. et de l'ENSSAA de Dijon. Pour les secondes, J.C. FLAMANT a posé le problème en faisant ressortir la grande variété de cette chaîne montagneuse ; il a dégagé les questions qui se posent et présenté les recherches qui se mettent en place pour les résoudre.

- MASSIF CENTRAL SUD : LES CAUSSES. De nombreuses observations ont été réalisées sur les Causses (Larzac et Méjean) tant sur le sol et la végétation (B. NAERT, A. LANGLET et D. HUBERT*) que sur la conduite des élevages et l'utilisation du milieu par les éleveurs (P. OSTY, G. MOLENAT, A. LANGLET).

Une expérimentation d'amélioration pastorale et d'élevage s'est poursuivie au Domaine de la Fage où on a étudié la végétation des parcours et son devenir sous l'effet du pâturage par les moutons (D. HUBERT, A. LANGLET). On a précisé d'une part la façon dont les brebis exploitent la végétation disponible et d'autre part les conditions d'un élevage producteur de viande dont l'essentiel des ressources fourragères proviendrait du parcours (M. MAQUERE, G. MOLENAT, G. BECHET et J.C. FLAMANT).

- PARCOURS MEDITERRANEENS. Les régions méditerranéennes portent la marque très nette des modes de mise en valeur du passé, que celui-ci soit récent ou plus lointain, et ce en relation directe avec les phénomènes bioclimatiques spécifiques (A. BLANCHEMAIN**, M. THIAULT*, P. MARTINAUD**).

La Garrigue est un exemple extrême de dégradation où il est difficile d'envisager une mise en valeur rentable. Cependant d'autres considérations touchant au cadre de vie et aux risques d'incendie ont conduit à la réalisation d'une expérimentation d'amélioration pastorale à l'aide de l'élevage ovin qui peut être envisagé dans de bonnes conditions zootechniques après broyage mécanique des broussailles et fertilisation (M. PRUD'HON, G. MOLENAT, G. BECHET et M. THIAULT).

En Corse, le maquis représente aussi une forme de dégradation dont la remise en valeur est rendue encore plus difficile par les problèmes socio économiques et il faudra imaginer de nouvelles techniques après avoir mis en place les recherches appropriées (J.P. DEFFONTAINES, C. RAICHON, B. de VERNEUIL, B. CRISTOFINI) et aussi en s'inspirant des travaux réalisés à l'étranger, en Sardaigne par exemple (B. BIBE et L. BARNESCHI***).

- ESSAI DE SYNTHESE. Pour conclure les Journées, on a abordé les aspects plus synthétiques. Au plan biologique, on a montré les possibilités d'évolution de l'écosystème prairial pâturé (L. GACHON et J. POISSONET*). Sur un plan plus technique, on a rappelé l'aire d'extension des races locales de ruminants et l'évolution de ces races dans le passé récent (J. BOUGLER**** et P. CHARLET****); on a également montré l'intérêt de ces races, qui sont souvent qualifiées aussi de rustiques, pour l'exploitation des milieux à faible productivité ou difficilement maîtrisables (B. BIBE et B. VISSAC).

Avant de montrer en conclusion, par des exemples pris à l'INRA (J.C. TIREL) ou au CTGREF (G. OULION*, A. BLANCHEMAIN*), comment les recherches économiques intègrent les aspects techniques ou biologiques, on s'est attaché à définir les critères de choix du système d'exploitation du pâturage et des animaux (G. LIENARD, M. THERIEZ et C. BERANGER).

Les exposés seront réunis dans un livre qui devrait paraître fin 1978 - début 1979.

* CNRS - CEPE de Montpellier

** CTGREF - Montpellier

*** Recherche agronomique Sarde

**** INA Paris Grignon

ARTICLES SCIENTIFIQUES PARUS EN 1977

(autres que ceux publiés dans les Annales de l'INRA)

- ARNAL M., 1977.** Muscle protein turnover in lambs through development. 2d Intern. Symp. "Protein metabolism and nutrition", Flevehof, 35-37 (Hollande).
- BARLET J.P., 1977.** Interrelationships between gastro-intestinal hormones and calcitonin. In : "BONFILS S., FROMAGEOT R., ROSSELIN G., Hormonal Receptors in Digestive Tract Physiology, Elsevier, Amsterdam.
- BARLET J.P., DAVICCO M.J., LEFAIVRE J., GAREL J.M., 1977.** Endocrine regulation of plasma phosphate in chronically sheep fetuses with catheters implanted in utero. In : MASSRY S.G., Phosphate homeostasis, (Proceedings of the 3 rd International Workshop on Phosphate, Madrid, 11-13 July 1977), Plenum Publ. Co, New-York.
- BARLET J.P., GAREL J.M., DAVICCO M.J., LEFAIVRE J., DARDILLAT C., 1977.** Calcium homeostasis in the foetus. Acta Endocrinol., suppl. 212, 343-353.
- BARLET J.P., GAREL J.M., LEFAIVRE J. et DARDILLAT C., 1977.** Régulation endocrinienne de la calcémie foetale chez la vache et la brebis. J. Phys. 72 (5) 34 A.
- BARLET J.P., 1977.** Interrelations between gastro-intestinal hormones and calcitonin. INSERM Symposium n°3.
- BERANGER C., 1977.** Grazing management for beef production. Proc. inter. meet. anim. prod. from temperate grassland. Dublin 126-130
- BERANGER C., HOLMES W., 1977.** Beef production from Grassland. 28ème réunion de la Fédération Européenne de Zootechnie. Bruxelles.
- BOCCARD R., 1977.** Development of connective tissue and its characteristics. CEE Seminar. 11-13 oct. 77, GHENT, 1-15.
- BOCCARD R., CRANGE D.E., NAUDE R.T. et SMIT M.C., 1977.** Muscle collagen and beef tenderness. News Letter of the South African Society of Animal Production. 16 (1).
- BRAZAL GARCIA T., BOCCARD R., 1977.** Efectos de dos tratamientos ante mortem sobre la calidad de la canal y la carne de cordero. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones agrarias, n°8, 97-125.
- CABELLO G. et MICHEL M.C., 1977.** Evolution en fonction de l'âge de la réponse de l'iodémie hormonale du jeune veau à une injection de thyroestimuline. C.R. Acad. Sc. Paris, 284, 2527-2530.
- CHAMPREDON C., REMOND B., PION R.** Influence d'une sous-alimentation énergétique et azotée sur l'acidoacidémie libre des vaches laitières en début de lactation. C.R. Soc. Biol., 171, 60-66.

CONTREPOIS M., GOUET Ph., HILLAIRES Marie-Claude, 1977. La flore digestive du veau sain et du veau diarrhéique. Sci. Tech. Anim. Lab., 2, (2), 115-118.

CONTREPOIS M., GOUET Ph., GOBY J.F., 1977. Production expérimentale de diarrhées colibacillaires chez le veau et l'agneau. Equilibres bactériens dans le tube digestif de veaux et agneaux gnotoxéniques. Sci. Tech. Anim. Lab. 2 (2), 118-119.

CONTREPOIS M., GOUET Ph., 1977. La flore normale et pathogène du veau de moins de 15 jours. Extrait du Bull. de la Ste Scient. d'Hygiène Alimentaire (L'alimentation et la vie), 65, (1), 61-75.

DARDILLAT J., 1977. Incidence de la qualité du colostrum sur le niveau des pertes néonatales. L'Alimentation et la Vie, 65, 1.

DARDILLAT C., CONTREPOIS M., GOUET Ph., RIOU Y., 1977. Enregistrement chronique de la motricité gastro-intestinale chez le veau axénique ou oligoxénique. Sci. Tech. Anim. Lab., 2, 120-121.

DEMARQUILLY C., GRENET E., DULPHY J.P., 1977. The effect of addition of formic acid, with or without formaldehyde on the conservation qualities, digestibility, nutritive value and N balance of direct cut silage. Proc. XIII Intern. Grassl. Congr. Leipzig, p. 200-206.

DEMARQUILLY C., DULPHY J.P., 1977. Effect of ensiling on feed intake and animal performance. Proc. 1st Int. Meeting Animal Prod. from temperate Grassland, DUBLIN, 53-61.

DUBOURGUIER H.C., 1977. Une voie d'accès à l'étude de la pathogénie des diarrhées du veau. Rech. Med. Vet., 153, (5), 357-362.

DUBOURGUIER H.C., 1977. Importance des entérotoxines d'*Escherichia coli* dans la diarrhée néo-natale du veau. Sci. Tech. Anim. Lab., 2, (2), 114-115.

DUBOURGUIER H.C., CONTREPOIS M., GOUET Ph. et RIOU Y., 1977. Intérêt de l'agneau axénique pour l'étude de l'entéropathogénicité d'*E. coli* d'origine bovine. Observations cliniques, microbiologiques et histologiques. Rec. Med. Vet., 153, (6), 409-417.

DULPHY J.P., 1977. Effects of grass silage feeding on intake, feeding behaviour and growth of year old heifers. Congrès Leipzig, XIII Inter. Grassl. Congress.

FAUCONNEAU G., 1977. L'espoir des nouvelles protéines. Sciences et Avenir, n°4.s.18, 75-79.

FERRARA M., ARNAL M., FAUCONNEAU G., 1977. Synthèse protéique *in vivo* dans les muscles de l'agneau au cours du développement. C.R. Acad. Sci. Paris, 284, 53-56.

GAREL J.M., BARLET J.P. et CARE A.D., 1977. The effects of prostaglandins E₁, E₂, F_{2α} and synthetic analogues on calcitonin secretion in the pig. IRCS Medical Science, 5, 21.

GEAY Y., 1977. Interactions entre génotype et nutrition chez les bovins destinés à la production de viande. 28ème réunion de la Fédération Européenne de Zootechnie. Bruxelles.

GEAY Y., JOURNET M., 1977. Alimentation azotée des jeunes bovins en croissance et à l'engrais. Méthode nouvelle d'expression des apports et des besoins. Colloque sur l'évolution récente des nouvelles sources de protéines, d'acides aminés essentiels et de produits azotés sans protéines d'un intérêt particulier pour les ruminants. Genève (10-14 janvier 1977). in " Protein and non-protein nitrogen for ruminants (Pergamon press, Oxford).

- GOUET Ph., GIRARDEAU J.P. et RIOU Y., 1977.** Inhibition of *Listeria monocytogenes* by defined lactic microflora in gnotobiotic silages of lucerne, fescue, ryegrass and maize. Influence of dry matter and temperature. Anim. Fedd. Sci. et Tech. 2, 297-305.
- GOUTEFONGEA R., CASSENS R.G. et WOOLFORD G.** Distribution of sodium nitrite in adipose tissue during curing. Journal of Food Science, vol. 42, n°6, 1637-1641.
- GOUTEFONGEA R., JACQUET B. et SELLIER P., 1977.** Influences génétiques et non génétiques sur l'aptitude du jambon à la transformation. XXIIIe Congrès Européen des Chercheurs en Viande. Moscou, 11-18.
- GRIZARD J., TISSIER M., PRUGNAUD J., PION R., 1977.** Influence d'une restriction énergétique pendant la fin de la gestation sur l'insulinémie, la glycémie, l'urémie et l'acidoémie des brebis gestantes et allaitantes. C.R. Soc. Biol., 171, 1245-1253.
- JOUANY J.P., SENAUD J., GRAIN J., de PUYTORAC P. et THIVEND P., 1977.** Rumen ciliates of sheep given cellulose, lactose, sucrose or starch diets. Abstracts of communications 72 A.
- JOURNET M. et VERITE R., 1977.** Levels of energy and nitrogen intake in relation to animal protein production during lactation. In proc. 2nd Int. Symp. on protein metabolism and nutrition. EAAP Publi. 22, 119-121.
- KOPP J., SALE P. et BONNET Y., 1977.** Contractomètre pour l'étude des propriétés physiques des fibres conjonctives. Tension isométrique, degré de réticulation - relaxation. J. Can. Inst. Food Sci. Technol. J., 10 (1), 69-72.
- KOPP J., 1977.** Facteurs de variation de la contraction thermique de la viande liés au collagène. XXIIIe Congrès Européen des Chercheurs en Viande. Moscou, 9-13.
- LABADIE J., GOUET Ph., FOURNAUD Jeanne, 1977.** Blood poisonings at slaughter and their consequences. Zbl. Bakt. Hyg. I Abt. Origin B 164, 1977, 390-396.
- LABADIE J., GOUET Ph., SERRATORE Colette et RIOU Y., 1977.** Development of a new technique for obtaining axenic meat. Eur. J. Appl. Microbiol., 4, 67-73.
- LACOURT A., MALICROT M. Th., DAUPHANT Joëlle, 1977.** Détection des protéines étrangères à la viande par électrophorèse en gel de polyacrylamide en présence de S.D.S. Ann. Nutri. Alim. 31, 217-224.
- LE NEINDRE P., GAREL J.P., 1977.** Etudes des relations mère-jeune chez bovins domestiques - Comparaison des liaisons existant entre la mère et des veaux légitimes ou adoptés. Biology of Behaviour 2). 39-49.
- MENDES-PEREIRA E., PION R., 1977.** Metabolic and digestive utilisation of amino acids in some proteaginous seeds. Symposium on "Protein quality from leguminous crops" Commission of European Communities.
- Christiane MERCIER, AUMAITRE A. et THIVEND P., 1977.** The effects of production conditions and post-harvest treatments of plants on the composition and nutritive value of carbohydrates in animal feeding. Proceedings of the 13th IPI-Colloquium of the International Potash Institute held in York/England.

MICHEL M.C. et CABELLO G., 1977. Le point sur les profils métaboliques. L'Alimentation et la Vie, **65** (1) 89-99.

MONIN G. et GIRE P., 1977. Mobilisation du glycogène musculaire et hépatique au cours du stress de transport chez le mouton. Influence de l'âge et du mode d'élevage. XXIIIe Congrès Européen des Chercheurs en Viande. Moscou, 9-13.

OBLÉD C., ARNAL M., GRIZARD J., 1977. Influence du comportement alimentaire sur le rythme circadien de la corticostérone plasmatique chez le rat en croissance. C.R. Acad. Sci Paris, **284**, 195-198.

PION R., PATUREAU-MIRAND P., COMBE E., MENDES-PEREIRA E., 1977. The digestibility of amino acids of different feeds for rats, lambs and non ruminant calves. 2nd Inter. Symp. "Protein metabolism and nutrition" Flevehof, 76-78 (Hollande).

RAYSSIGUIER Y., 1977. The influence of the thyroid and parathyroid glands on the variations in magnesemia in fed and fasted rats. Hormone and Metabolic Research, Vol. 9, n°2, p. 161-166.

RAYSSIGUIER Y., 1977. Hypomagnesemia resulting from adrenaline infusion in ewes : its relation to lypolysis. Hormone and metabolic research. Vol. 9, n°4, p. 253-346.

RAYSSIGUIER Y., GAREL J.M., DAVICCO Marie-Jeanne et BARLET J.P., 1977. Parathyroid hormone and calcitonin in magnesium-deficient calves. Hormone and metabolic research, Vol. 9, n°5, p. 347-440.

REMESY C., DEMIGNE C., 1977. Inter-organ relationships of glucose, lactate and amino acids metabolism in rats fed on high-carbohydrate or high-protein diets. 11th FEBS Meeting, Copenhagen.

REMOND B., 1977. Influence de quelques méthodes modernes d'alimentation et de production des bovins sur la qualité du lait et de la viande. Revue Française de diététique, **81**, Spécial Congrès, p. 37-43.

RIVAILLE P., JULLIENNE A., DESPLAN C., BARLET J.P., MONET J.D., BADER C., MILHAUD G., 1977. Synthesis in the field of 1-34 human parathyroid hormone fragments : their *in vivo* and *in vitro* bioactivity and immunoreactivity. Medicinal Chemistry, **5**, 79-89.

RUSSEL A.E., GALLOWAY A.G., BOCCARD R. et NAUDE R.T., 1977. Hide and leather characteristics of afrikaner and friesland bulls and steers slaughtered at various ages between birth and 24 months. J. of Soc. of Leather Technologists and Chemists, Vol. 61, p. 1 à 10.

THERIEZ M., BRELURUT A., DACHEUX P., 1977. La pathologie du troupeau du C.R.Z.V. de Theix. 3e Journées de la recherche ovine et caprine, p. 270-278, édition SPEOC 149, rue de Bercy, 75012 PARIS.

TOURAILLE C. et RICARD F., 1977. Study of age effect on broiler chicken organoleptic characteristics. Proceedings of the Third European Symposium on Poultry Meat quality. 9-13 mai 77, 174-179.

SOMMAIRES DES PUBLICATIONS DES CHERCHEURS DU CENTRE
PARUES DANS LES ANNALES DE L'I.N.R.A.

(2^e me SEMESTRE 1978)

(Complément)

Elisabeth GRENET et C. DEMARQUILLY. Utilisation de l'azote des fourrages verts par le mouton en croissance : influence du stade de végétation, de l'espèce fourragère, de la fertilisation azotée et de l'addition d'orge. Ann. Zootech., 1977, 26 (4), 481-501.

Trente-cinq échantillons de fourrages verts ont été étudiés : luzerne, ray-grass italien, ray-grass anglais, fétuque élevée et dactyle récoltés à divers stades de végétation du 1^{er} cycle et à divers âges de repousses. Le 3^e cycle de dactyle correspond à 2 taux de fertilisation azotée. Vingt-neuf des fourrages ont été distribués seuls et six, soit seuls, soit avec de l'orge qui représente dans chaque cas 23 p. 100 de la matière sèche totale ingérée. La digestibilité, la quantité ingérée et le bilan azoté ont été mesurés sur des lots de 6 moutons âgés de 15 mois environ et pesant 40 kg en moyenne. La teneur en azote ammoniacal du jus de rumen a été déterminée avec 2 moutons supplémentaires munis d'une fistule du rumen.

La quantité d'azote retenue varie de — 0,5 à + 16,2 g par jour. Elle augmente en même temps que la quantité d'azote ingérée. Elle a été diminuée par la fertilisation azotée et n'a pas été augmentée par la supplémentation avec de l'orge.

La quantité d'azote retenue augmente aussi en même temps que la quantité de matière organique digestible ingérée et que la digestibilité du fourrage. Elle diminue quand la teneur en cellulose brute augmente. Une meilleure estimation de la quantité d'azote retenue est obtenue en associant la quantité d'azote ingérée à la quantité de matière organique digestible ingérée. Il existe cependant des différences entre espèces végétales, les ray-grass permettant des rétentions d'azote plus élevées que les dactyles à mêmes quantités d'azote et de matière organique digestible ingérées.

La concentration moyenne journalière en azote ammoniacal du jus de rumen est très variable : de 33 à 332 γ /ml. Elle augmente avec la quantité d'azote ingérée. La quantité d'azote excrétée dans l'urine augmente avec la teneur en azote ammoniacal du jus de rumen. Avec les fourrages verts l'existence d'un bon équilibre entre les quantités d'azote et d'énergie apportées aux microorganismes du rumen, et absorbées dans l'intestin, permet des rétentions élevées d'azote. Les différences entre espèces fourragères sont discutées, ainsi que le peu d'intérêt du point de vue nutritionnel de la distribution d'orge en supplément de fourrages jeunes offerts à volonté.

C. CHAMPREDON, R. VERITE, J. PRUGNAUD et R. PION. Utilisation des tourteaux traités au formol par les vaches laitières. III - Influence sur l'acidoaminémie libre de la formulation des tourteaux, du niveau d'apport azoté et de la nature de l'azote alimentaire. Ann. Zootech., 1977, 26 (4), 513-522.

Au cours de 3 expériences réalisées en début (n° I et II) et en milieu de lactation (n° III), des vaches laitières ont été alimentées avec des rations isoénergétiques et isoazotées à base d'ensilage de maïs comportant un aliment concentré contenant des tourteaux de soja et de colza. Les effets sur les teneurs en acides aminés libres du sang du traitement des tourteaux par le formol, de la substitution des tourteaux par de l'urée et de l'abaissement du taux azoté de la ration, ont été étudiés.

L'incorporation à l'aliment concentré des tourteaux formolés a provoqué une augmentation des teneurs sanguines en valine, isoleucine, leucine, histidine et proline et une diminution de celles en glutamine (+ asparagine) ainsi que dans certains cas de celles en lysine (tabl. 1, 2 et 3). Les concentrations dans le sang de la phénylalanine et surtout de la méthionine étaient toujours très faibles durant les périodes expérimentales. L'élévation des teneurs en acides aminés à chaînes ramifiées et en histidine libres du sang sous l'effet de la formolation des tourteaux ingérés est la résultante de deux phénomènes : l'augmentation des quantités d'acides aminés qui disparaissent dans l'intestin (VÉRITÉ *et al.*, 1977) et l'amélioration de la production laitière des vaches (VÉRITÉ et JOURNET, 1977); l'utilisation par la glande mammaire de ces composés est réduite par la fourniture insuffisante de phénylalanine, lysine et surtout de méthionine aux tissus des animaux.

La distribution d'urée, de même que celle d'une ration de faible taux azoté, provoquent une diminution des teneurs sanguines de la plupart des acides aminés indispensables. L'ensemble de ces résultats permet de supposer que la méthionine et la phénylalanine sont les premiers limitants chez des vaches laitières recevant une ration à base d'ensilage de maïs.

R. TOULLEC, J.-Y. COROLLER et P. PATUREAU-MIRAND. Utilisation des protéines par le veau pré-ruminant à l'engrais. VI - Influence de la solubilité des protéines de maïs et de poisson sur leur utilisation digestive. Ann. Zootech., 1977, 26 (4), 523-532.

Le but de ce travail était d'étudier l'influence de la solubilité des protéines de maïs (essai 1) et de poisson (essai 2), sur leur utilisation digestive, chez le veau pré-ruminant. Les concentrés protéiques utilisés avaient subi une hydrolyse enzymatique partielle, à l'issue de laquelle la fraction demeurée insoluble avait été (produits A) ou non (produits B) éliminée. Ces concentrés ont été incorporés dans des laits de remplacement de manière à apporter respectivement 50 (essai 1) et 75 p. 100 (essai 2) des matières azotées. Le reste des protéines alimentaires provenait principalement du lait écrémé (essai 1) et du lactosérum (essai 2).

L'utilisation digestive apparente des matières azotées totales a été significativement moins élevée lorsque la fraction insoluble a été maintenue (86,8 p. 100 au lieu de 90,5 dans l'essai 1 et 86,6 au lieu de 91 dans l'essai 2). Les valeurs calculées pour la digestibilité apparente des matières azotées des concentrés protéiques sont respectivement de 86 (Maïs A), 78,6 (Maïs B), 90 (Poisson A) et 84,1 (Poisson B). La baisse observée dans la digestibilité apparente de l'azote en n'éliminant pas la fraction insoluble pourrait être due, au moins en partie, à une diminution de la digestibilité réelle, comme l'indique l'étude de la composition en acides aminés des fèces des veaux de l'essai 2. En revanche, la digestibilité apparente des autres constituants des aliments n'a pas été significativement modifiée par le maintien de la fraction insoluble.

L'hydrolyse enzymatique partielle des protéines insolubles ne semble donc pas suffire pour amener leur utilisation digestive à un niveau très élevé; il faut en outre éliminer la fraction demeurée insoluble. Une grande attention doit être portée aux conditions de l'hydrolyse pour éviter d'obtenir des produits peu appétibles (essai 1).

J. ROBELIN, Y. GEAY et C. BERANGER. Evolution de la composition corporelle des jeunes bovins mâles entiers de race Limousine entre 9 et 19 mois. I - Composition anatomique. Ann. Zootech., 1977 26 (4), 533-546.

L'évolution de la composition anatomique de jeunes bovins mâles de race Limousine entre 9 et 19 mois (300 à 650 kg de poids vif) est décrite grâce à la méthode des abattages (5 animaux abattus et disséqués à 4 stades). Cette évolution est exprimée selon la relation allométrique (coefficient d'allométrie : b).

On retrouve la hiérarchie classique dans la croissance du squelette ($b = 0,74$), des muscles ($b = 1,01$) et de l'ensemble des dépôts adipeux (b « moyen » = 1,59). Cependant, la croissance relative de ces derniers augmente entre 300 et 650 kg de poids vif de 1,25 à 2,15.

Ce sont les dépôts adipeux sous-cutanés qui ont la croissance relative la plus élevée ($b = 2,44$) suivis par les dépôts péritonéaux et périrénaux ($b = 1,80$), enfin par les dépôts intermusculaires et mésentériques ($b = 1,48$).

Les masses musculaires du dos et du membre postérieur ont une croissance relative plus lente que celle de l'ensemble de la musculature.

Les particularités des jeunes bovins de race Limousine sont discutées en relation avec les données antérieures : état d'engraissement, répartition de la musculature et des dépôts adipeux.

M. LAROCHE. Influence des teneurs en eau, chlorures de sodium et de calcium, sur le comportement mécanique de protéines de soja filées. *Ann. Technol. Agri.*, 1977, 27, (3), 305-315.

Nous avons étudié, avec les appareils que nous utilisons pour l'évaluation de la tendreté de la viande, les modifications du comportement mécanique de protéines de soja filées entraînées par des variations de teneur en eau et par la présence de chlorures de sodium et de calcium.

Les paramètres mécaniques obtenus en cisaillement et en écrasement pour les différents échantillons sont bien corrélés. La diminution de la teneur en eau obtenue par séchage entraîne une augmentation de la résistance mécanique. La présence de sels modifie la teneur en eau du produit. Les conséquences sur les propriétés mécaniques dépendent du cation utilisé. La teneur en eau augmente et la résistance diminue lorsque la teneur en ions Cl^- augmente jusqu'à environ 20 mg par gramme de produit. Pour des concentrations plus élevées, la teneur en eau diminue et la résistance diminue faiblement avec le chlorure de calcium alors qu'elle augmente fortement avec le chlorure de sodium. Cette augmentation est obtenue pour des teneurs en sel supérieures à celles rencontrées habituellement dans les produits carnés.

Les reproductions partielles ou complètes d'articles extraits de ce bulletin doivent être référencées avec précision. Les indications de référence figurent au haut de la première page de chaque article

Editions S.E.I.
C.N.R.A.
Route de St Cyr
78 000 VERSAILLES

Dépôt légal : 4ème trimestre 1978
N° C.P.P.A.P. : 573 ADEP

Prix 18 F
Directeur de la Publication
C. MALTERRE et A. HODEN